十万个为什么

SHI WAN GE WEISHENME



20



十万个为什么

上海人民出版社

20

·天体史·

十万个为什么（20）

本　社　编

上海人民出版社出版

（上海绍兴路5号）

新华书店上海发行所发行　上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092　1/32　印张 8.875　字数 138,000

1977年6月第1版　1977年6月第1次印刷

统一书号：R 13171·188　　定价：0.48元

毛主席语录

在人类的认识史中，从来就有关于宇宙发展法则的两种见解，一种是形而上学的见解，一种是辩证法的见解，形成了互相对立的两种宇宙观。

对立统一规律是宇宙的根本规律。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

出版说明

《十万个为什么》这套书，是在两个阶级两条路线的斗争中出版、修订的。当这套书在一九六二年开始出版的时候，受到刘少奇反革命的修正主义路线的干扰和破坏，在"知识性"、"趣味性"的幌子下，塞进了大量的封、资、修的内容。无产阶级文化大革命中，广大工农兵群众和红卫兵红小兵小将们，对这套书中的错误进行了严肃的批判。在开展革命大批判的基础上，我们着手了对这套书的修订工作。

修订工作是请工农兵、革命干部、革命知识分子共同参加的，有的单位还成立了由工农兵参加的三结合修订小组。在修订中，大家明确了出版这套书的目的，是要以阶级斗争为纲，以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，普及科学知识，帮助广大工农兵群众和青少年正确认识自然界的客观规律，自觉地进行改造自然和改造社会的斗争。为了达到这样的目的，在修订中大家注意了无产阶级政治挂帅，注意了走群众路线，注意了理论和实践相结合，注意了革命性和科学性的统一。经过修订，三分之一的内容是新增加的，三分之二的题目虽然是旧版原有的，但内容已进行了重大修改，有的已重新编写。从一九七〇年以来，经过修订的十四

册，已经全部出版，修订工作告一段落。

从十五册开始，完全是新编的内容。随着无产阶级专政下继续革命的深入发展，随着社会主义革命和建设的不断胜利，随着我国科学事业的繁荣，这套书还将继续编下去。请各有关方面继续给予大力支持。

由于我们的政治思想水平和专业水平的限制，在修订和编写中，一定会有不少缺点和错误，热诚希望同志们批评指正。

上海人民出版社

一九七六年七月

目　录

为什么要研究天体史？

讲到研究天体史，首先要弄清楚什么是天体。

天体的种类可多啦！天天和我们见面的太阳，以及和太阳一样自己会发光的恒星是天体；围绕着太阳在转的行星，如火星、金星、木星、土星等，还有行星的伙伴——卫星，如月亮等，也都是天体；那些拖着长尾巴的"虚胖子"——彗〔huì〕星，和宇宙空间的"小不点儿"——流星体，它们也都是天体。总之一句话，宇宙空间的各种星体都叫天体。其实，我们居住的地球也是一个天体，因为人住在地球上，才觉得地球在我们脚下，要是从月亮或其他天体上看地球，那末地球就





和其他天体一样悬浮在空中。所以天和地是对立的，同时天和地又是统一的。

一个人有一个人的历史；社会，有社会的发展史。天体有没有历史？日月星辰是历来如此，永恒不变的呢，还是也都经过从形成到衰亡，不断演变的过程呢？

关于天体的起源和演化问题，从古到今，一直在争论着，至今，两种对立的宇宙观仍然进行着激烈的斗争。

伟大领袖毛主席教导我们："**在人类的认识史中，从来就有关于宇宙发展法则的两种见解，一种是形而上学的见解，一种是辩证法的见解，形成了互相对立的两种宇宙观。**"从孔老二开始，我国历代的反动统治阶级为了本阶级的利益，大肆宣扬"天命论"，把"天"神秘化，把天体神秘化，认为天是有意志的，天和人有一种神秘的关系，统治阶级是"受命于天"来统治天下的。西汉时的董仲舒提出"天不变，道亦不变"的形而上学的宇宙观，为后来反动没落的统治阶级所重视，正是因为这种反动论点，是以"天不变"来论证"道不变"，也就是说，反动统治不应该改变。他们企图以此来维护封建统治。这种形而上学的思想，在封建社会中曾经长期地被反动统治阶级奉为正统哲学。我国历代进步的政

革家，他们认为天是物质的，是按照客观规律运动发展的。宋朝王安石曾说："尚变者，天道也"。这意思是说，"变"是自然界的规律，天体、自然界和人类社会一样都是不断发展的。

在西欧，天变与不变的争论，也一直在进行着。古希腊，一方面有柏拉图、亚里士多德等人鼓吹天体永恒不变论，认为天体和地上物体不同，是由特殊东西形成的，是完美无缺的。另一方面，赫拉克里特、德谟克里特等人主张天在变，一切都在变。恩格斯认为自然界的一切"**都处于永恒的产生和消灭中，处于不断的流动中，处于无休止的运动和变化中。**"1755年，德国哲学家康德，提出了关于太阳系起源的星云说，恩格斯给予很高的评价，认为"**在康德的发现中包含着一切继续进步的起点。**"这是因为这个学说，在僵化的形而上学的自然观上打开了第一个缺口。

人们研究天体史，不仅要了解天体的来龙去脉，更重要的是在于它的哲学意义。自从康德的星云说提出以后，这200多年以来，自然科学各部门都有很大的进展。天体史的研究也不例外。恩格斯说："**自然界是检验辩证法的试金石，而且我们必须说，现代自然科学为这种检验提供了极其丰富的、与日俱增的材料，并从而证明了，自然界的一切归根到底是辩证地而不是形而上学地发生的。**"最近二、三十年来，由于无线电电子学、半导体、计算技术、火箭和人造卫星等

各种新技术的应用，加速了对天体起源和演化问题的研究，许多材料说明了天体的确**“有在时间上前后相继的历史”**，天体都有其产生、发展、衰亡的历史，天体是按照辩证法规律在发展着。人们对天体史进一步的研究，更证明了辩证唯物主义是唯一正确的宇宙观和认识论。**“因此，要精确地描绘宇宙、宇宙的发展和人类的发展，以及这种发展在人们头脑中的反映，就只有用辩证的方法，只有经常注意产生和消失之间、前进的变化和后退的变化之间的普遍相互作用才能做到。”**

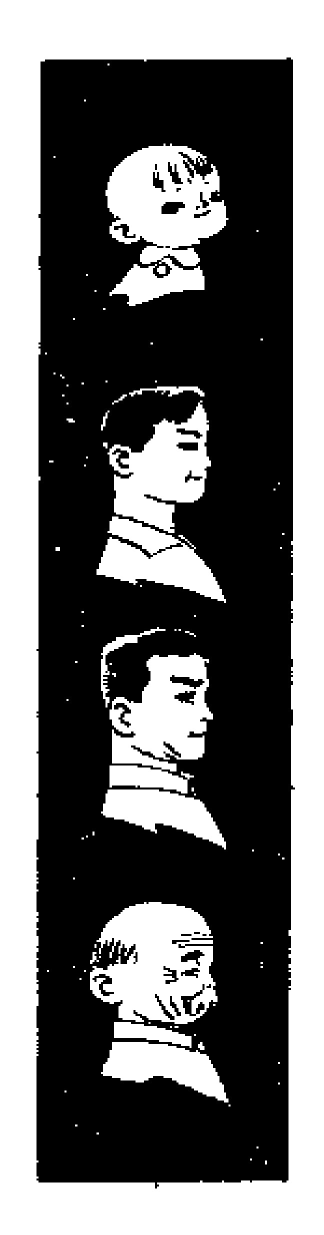
研究天体的历史，对生产斗争和科学实验起着很大的推动作用。自然科学中有一些还没有解决，或没有完全解决的重大理论问题，例如，万有引力的本质、物质在超密状态下的性质等等，都可以从天体演化史的研究中得到启发和了解。天体的起源和演化，同生命的起源也是紧密相关的。再说我们居住的地球，它是太阳系中的一个行星，地球的起源是太阳系起源的一部分，地球科学中许多还未解决的问题，都同地球的起源有关，研究天体的历史，可以帮助我们更好地揭开这些科学之谜。

更重要的是，研究天体的历史，可以帮助我们正确地树立辩证唯物主义的宇宙观。我们了解它，是为了更好地征服自然和改造自然，为人类作出更大的贡献。

天体有产生和灭亡的时候吗？

各种天体，尽管它们的体积、质量、温度、运行速度不同，它们都有发生、发展和衰亡的过程。当然，这种过程所需要的时间有长有短。小流星体进入地球大气层，一瞬间就化为灰烬；而象太阳这样的天体，已经存在50亿年以上，现在正处于它的壮年时期，这样精力旺盛的时期至少还能保持50亿年之久。各种具体的天体是有生有灭的，可是我们知道，物质不灭，旧的死亡，新的产生，就是物质运动由一种形态向另一种形态转化，完成了一个运动过程而向另一个运动过程转化。





你可能会问：人的寿命比起大多数天体的寿命来，只是极为短暂的一刹那，怎么可能知道天体的产生和灭亡的过程

呢？要回答这个问题，让我们先讲个比喻：我们在马路上走路，可以看到有母亲怀里抱着的婴孩，有背着书包上学的红小兵和红卫兵，有骑自行车或乘公共汽车去上班的青年和中年工人，还有一些老年人在林荫道上散步或打太极拳。我们自己的年龄也许并不大，在马路上观察这种现象的时间也很短暂，但是从这些现象里就能知道，人的一生是怎么从幼年到老年的。同样道理，我们观测研究宇宙的各种天体，就能了解天体的来龙去脉。当然，由于各种天体离开我们十分遥远，对这种过程的研究，远比了解人的一生要复杂得多。

上面谈到，各种天体都有产生和灭亡的过程，然而，马克思主义者认为，宇宙是没有产生和灭亡的时候的。这个问题初看起来似乎摸不着头脑，其实是不难理解的。正是由于宇宙间物质不能被创造，也不能被消灭，物质只能不断地从一种运动形式，转变为另一种运动形式。一种形式的旧的天体死亡，必定有另一种形式的新的天体产生。恩格斯说过一切天体“**都处于永恒的产生和消灭中，处于不断的流动中，处于无休止的运动和变化中。**”宇宙永无止境地在发展，既没有开端，也没有终止。

我国古代劳动人民对这个问题就有正确的认识，例如明代有一本叫《豢〔huàn〕龙子》的书中说：“自一元而言，有始也；自元元而言，无始也。”这里说的一元就是一种天体，

无元就是指由无数天体组成的宇宙。意思是说从一种天体来说，有它的起源；从宇宙来说，是没有起源的。宇宙就是有限和无限的统一，这是符合辩证思想的。

为什么说人类对宇宙的认识是逐步发展的？

人类对宇宙的认识，是随着实践的发展而发展的。

恩格斯指出：**“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。”**古代人们游牧渔猎，日出而作，日没而息，晚上凭借月光照明，农耕生活要求有准确的季节。通过生产、生活的实践，昼夜交替，月相变化，寒来暑往，四季循环，人们逐渐认识到日、月、年这些天然的时间单位。24节气及古代历法也随着农业需要而产生。我国劳动人民，很早就能通过观测各种天象来判断季节、方向、位置。在实践中发展了生产，也逐步发展了对宇宙的认识。

古代生产力低下，起初人们仅是凭直观来描述天体的位置和运动，对宇宙的认识是十分粗浅的，甚至有许多错误。中国古代就有“天圆如张盖，地方如棋局”的“天圆地方”说。后来又把地球看作宇宙的中心，天包在地球的外面，日月星辰都绕着地球转动的“浑天说”等学说。在西方也有托勒密的地球中心说。他认为地球是宇宙的中心，它是静止的，而众星辰绕着地球自东向西运动。后来他这个

地心说被宗教的上帝创世说所利用，成为中世纪封建神权统治的工具，在欧洲统治达一千几百年之久。直到十五、十六世纪，随着资本主义生产的扩大，远洋航行的发展，农牧业对历法改革的要求，和资产阶级自身利益的需要，他们起来反对封建教会的束缚。这时，哥白尼总结了前人及自己大量天文观测资料，以科学的太阳中心说推翻了宗教的地球中心说。日心说和地心说的斗争，说明人类对宇宙的认识不仅由生产发展所推动，还受到社会阶级关系的制约和世界观的影响。

人类对宇宙的认识是不断发展的。十七世纪，发明了天文望远镜，用它来进行天文观测后，人类对宇宙的认识又得到了进一步的发展。随着行星运动规律的发现，牛顿万有引力定律奠定了古典天体力学的基础。天体力学的产生和发展适应了欧洲远洋航行发展对精确测时定位的要求。1781、1846和1930年，先后发现了天王星、海王星和冥王星，加深了人们对太阳系的认识。十八世纪后，人们的认识开始突破太阳系，深入到恒星世界。十九世纪中叶，由于光谱分析、照相和光度技术用于天文的观测，天体物理学诞生了，人们对天体的认识又从位置、运动，发展到对天体的物理和化学特性、内部结构及其演化的研究。二十世纪初，人们初步确定了太阳所在的恒星系统——银河系的结构。现在已经发现有10亿个以上象我们银河系这样的河外星系。

二十世纪三十年代以来，射电天文学的发展已使人们可探测到100亿光年的遥远距离的天体。人造地球卫星和航天飞船的使用，使人类对宇宙的了解，可以不受地球大气的影响。射电、红外线、X(爱克斯)射线和 γ(伽玛)射线天文学的发展，已使人类远远突破可见光的局限，在更为广阔的领域里展开了对客观物质世界的研究。特别是最近十几年来，又有一系列新天体、新天象的发现，使人们对宇宙的认识，迅速地向前发展。不过应当指出，虽然现在人们对天体史的研究已经取得了一定的成果，但是应该一分为二地看问题，天体史的研究还有一系列的问题没有解决，需要在三大革命实践中继续深入研究，才能取得更大的进展。

在人类对宇宙认识的发展过程中，充满了唯物论与唯心论、辩证法与形而上学的斗争。哥白尼科学的日心说战胜了托勒密宗教的地心说，康德以太阳系起源的星云假说打开了以牛顿为代表的形而上学的宇宙不变论的缺口……人类的认识在两种宇宙观的斗争中继续前进。然而，这场斗争至今还在继续进行着，某些资产阶级和修正主义的学者，仍在鼓吹"宇宙热寂"、"宇宙有限"、"物质消灭"等唯心论和形而上学的反动观点，散布悲观主义、虚无主义和神秘主义，来适应没落资产阶级的政治需要。以辩证唯物论为思想武器的无产阶级，将在批判资产阶级、批判唯心论和形而上学的斗争中，更进一步发展人类对于宇宙的认识。

为什么说宇宙是无限的？

宇宙究竟是有限的，还是无限的？这个问题历来是唯心论与唯物论两种宇宙观激烈斗争的焦点之一。

宇宙的无限性是事物的客观存在。恩格斯说："**时间上的永恒性、空间上的无限性，本来就是，而且按照简单的字义也是：没有一个方向是有终点的，不论是向前或向后，向上或向下，向左或向右。**"人类居住在地球上，感到地球已经是十分庞大的了，但地球在太阳系中只不过是一颗普通的行星。太阳在银河系中，也只是银河系里 1300 多亿颗恒星中的普通一员。银河系之外还有千千万万个和银河系相似的"河外星系"，它们共同组成一个庞大的天体系统，叫做"总星系"。银河系在总星系里，也只是一个普通星系。现代最大的射电望远镜，已经能够观测到 100 亿光年以外的遥远的天体，但这还没有到达总星系的边缘。总星系之外的宇宙空间必定还有物质存在，只不过我们暂时还无法观测到而已。随着阶级斗争、生产斗争和科学实验的进步，人类对宇宙的认识也在不断发展。人们必将接连不断地发现一个比一个更加遥远的天体和天体系统，对于宇宙的认识也将是永无止境的。

宇宙是无限的。而唯心主义者不承认这一点，他们胡

说宇宙在空间上是有限的，即有一个“边缘”，时间也是有限的，即有“开始”和“终了”。这种主张显然是很荒谬的。按照他们的论点，我们不妨简单地



追问一下：如果宇宙存在一个“边缘”，那末“边缘”以外又是什么东西呢？如果宇宙存在“开始”和“终了”，那末“开始”以前和“终了”以后又是什么样子呢？答案显然是自相矛盾的。实际上，他们鼓吹宇宙有限论，是为了适合剥削阶级统治的需要：既然宇宙有一个“开始”，那末这个“开始”是谁“创造”的呢？除了“神”之外不可能有别人！于是他们把宇宙的存在归结为是“上帝”创造的。这种学说一出笼，就受到剥削阶级统治者的欢迎。例如罗马教皇庇护十二世，1951年在一篇题为《现代自然科学关于上帝的证明》的荒唐演说中说道：“物质宇宙在有限时间以前曾经有一个强有力的开端”，这同《圣经》头一章第一句话“起初，神创造天地”是一致的。他们要求人们承认宇宙中有个神圣的造物主，说穿了，这个神圣的造物主不是别的，就是剥削阶级的化身。剥削阶级喋喋不休地宣传唯心主义的宇宙学说，最终目的就是要解除劳动人民的思想武装，叫他们不要追求进步，不要起来

革命，服服贴贴地服从剥削阶级的黑暗统治。斯大林逝世以前，许多苏联学者曾经批判过这些唯心主义的宇宙学说。然而，六十年代以来，随着赫鲁晓夫、勃列日涅夫修正主义集团背叛马克思列宁主义，苏修御用学者公然跳出来参加这些唯心主义宇宙学说的大合唱。这是对唯物主义的公开背叛。

“对立统一规律是宇宙的根本规律。”宇宙中个别的天体，有它一定的产生、发展和消亡的过程。例如近来有一些观测事实表明，在一些暗淡的星际云中，正在孕育形成新的恒星；同时另一些恒星，正在走向衰老和逐渐消亡。这是恒星内部吸引力和排斥力互相斗争的结果。**“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”**每一个具体的天体有生有死，有始有终，它们生存的时间有久有暂，寿命有长有短。也就是说宇宙间的具体事物，在空间和时间上是有限的，然而无限存在于有限之中，无数有限空间的总和，就表现为宇宙的无限性，这就是有限和无限的辩证统一。宇宙中包含无限多的天体，它们的发展方式和运动形态是多种多样的。长期的科学实践表明，宇宙的确是无限的。在空间上无边无际，在时间上无始无终。组成宇宙的物质的运动、发展和变化的形式也是多种多样的。人类对宇宙的认识能力也是没有止境的。随着人类阶级斗争、生产斗争和科学实验的不断进步，人们对宇宙的认识越来越加深，越来越丰富。无产阶级正在掌握这些客

观规律使它为广大劳动人民服务。“停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。”

我国古代有哪些宇宙无限的理论？

宇宙是什么？早在2200多年前的战国时代，《墨经》上就说：“宇，蒙东西南北”，“宙，合古今旦莫（暮）。”这就是说，宇是指包括东西南北四面八方的一切空间，宙是指包括过去、现在、白天、黑夜的一切时间。宇宙就是空间和时间的统一。

也是在战国时代，商鞅的老师尸佼，也有类似的见解，他在《尸子》一书中说：“四方上下曰宇，往古来今曰宙”。对宇宙的这种认识，在当时是很先进的。

但是《墨经》和《尸子》都没有十分明确地点出宇宙的无限性。最早的宇宙无限性的论述，恐怕还得推战国时代的惠施（约公元前370～310年）。他是这么说的：“至大无外，谓之大一；至小无内，谓之小一。”这里“大一”可理解为无限大，“小一”可理解为无限小。无限大是这样的概念：它

是无所不包的，没有什么能越出它的范围。无限小则是这样的概念：它是什么都不能包容的，没有什么能进入它的范围。这正是早期的朴素的宇宙无限观念。惠施不但把握了无限大的概念，而且把握了它的对立面无限小的概念，这说明他是有一定的朴素的辩证法思想的。

东汉时著名的思想家王充，也是宇宙无限论者。他反对儒家鼓吹的"王权神授"、"天人感应"等种种谬论，认为天和地一样"无口无目"，万物都是自然存在，并不是什么"天"的意志的结果，而是"天地合气，万物自生。"他说："天去人高远，其气莽苍无端末。"意思是说，天离我们又高又远，茫茫苍苍无边无际，无始无终。王充之后的科学家张衡（公元78～139年），在与宗教神学的斗争中，坚持了朴素的唯物主义自然观，重于实践，认真研究前人的科学成果，在天文学研究方面作出了很大的贡献。他在《灵宪》一书中初步提出了关于宇宙无限的思想："宇之表无极，宙之端无穷。"这说明宇宙无论在空间上和时间上都是无限的。约和张衡同时代的郗〔xī〕萌，他的宣夜说更是明确主张宇宙无限的说法。

唐代的柳宗元发展了古代朴素的宇宙无限理论，他对于宇宙无限性作了十分深刻的描绘："无极之极，漭〔mǎng〕弥非垠。"意思是说宇宙是无限的，广大得没有边界。柳宗元还进一步地指出，宇宙是"无中无旁"，它是没有中心的。

公元十三世纪宋朝末年，有一个号称“三教外人”（不信儒、道、佛三教）的无神论者邓牧，他对于宇宙无限性的认识达到了很高的水平。他写道：“天地大也，其在虚空中不过一粟耳。虚空，木也，天地犹果也。虚空，国也；天地犹人也。一木所生，必非一果；一国所生，必非一人。谓天地之外无复天地，岂通论耶？”

这段话十分生动地描画了宇宙的无限和有限的统一，无限和有限的相互依存和相互转化。“天地”即我们观测所及的宇宙空间，在“虚空”——无边无际的宇宙中，不过是极小的一部分。无限的宇宙犹如一棵树，我们所能观测的空间，只是一个果实；无限的宇宙犹如一个国家，我们所能观测到的空间只是其中一个居民。说我们观测所及的空间范围以外就没有空间了，这种论点怎么能成立？他认为天地之外还有天地，宇宙空间之外还有宇宙空间。这是何等明确的辩证思想。

我国古代宇宙无限理论逐步发展的过程告诉我们，天文学就是在广大劳动人民的实践推动下，在唯物主义对唯心主义的斗争中，不断向前发展起来的。

我国古代有哪些天体演化学说?

我们举目长空，所见的日月星辰，是怎样产生出来的?这是一个有关天体演化的问题。在我国，天体演化思想出现得是比较早的。

远在2200年前，战国时代大诗人屈原在他写的《天问》中就问道(译文):

请问: 关于远古的开头，谁个能够传授?
那时天地未分，能根据什么来考究?
那时是浑浑沌沌，谁个能够弄清?
有什么回旋浮动，如何可以分明?
无底的黑暗生出光明，这样为的何故?
…………

当然，屈原对于自古以来关于天体演化的传统观念，只是提出了怀疑和质问，但是，他能够提出这些问题，可见远在屈原之前，就有了从浑沌中产生天地的思想，可惜古籍没有流传下来。

现在我们能看到的最早的天体演化理论，见于公元前二世纪成书的《淮南子·天文训》中。这个理论认为: 天地还没有形成的时候，一片浑沌空洞，所以叫做"太始"。在那空廓中，道就开始形成了。有了道，空廓才生成宇宙，宇宙

又生出元气。元气有一条分界线，那清轻的互相摩荡，向上成为天；那重浊的逐渐凝固，向下成为地。清轻的容易团聚，重浊的不容易凝固，所以天先成，地后定。天地的精气结合而分为阴阳，阴阳的精气分立而成为四时，四时的精气散布出来就成为万物。阳的热气积聚久了产生火，火的精气变成太阳；阴的冷气积聚久了产生水，水的精气变成月亮；太阳和月亮的过剩精气变为星辰。

这个理论的缺点是：它把"道"作为创造宇宙的力量，道是什么？是精神，是思维。而且有了"道"，空廓中就会产生出物质的宇宙来。这是虚无创生论的唯心主义观点。对比之下，唐代柳宗元（公元 773 ～ 819 年）在回答《天问》时写的《天对》中，对于天地起源的观点就是朴素唯物主义的。（译文）：

> 那开天辟地的故事啊，全都是荒诞不经的传说，
> 那些乱七八糟的神灵，何必一再宣传？
> 黑暗和光明本来不断地交替，
> 从浑沌中发展的只是'元气'，
> 哪里是什么有意识的行为？
> …………
> 所谓'天有九重'，都不是什么人的创造，
> 无非是阳气积聚了一大团，
> 象车辐辘般旋转不息。

除非是元气自己的发展变化创造了天地，

又有谁能够插上一手？

柳宗元把天地的起源归结为元气的运动变化，这是含有朴素辩证法思想的。但是由于历史条件的局限性，他还认为宇宙有总的起源。

在明代一本叫《豢龙子》的书里，对于所谓"宇宙起源"问题，作了十分深刻的阐述："或问天地有始乎？曰：无始也。天地无始乎？曰：有始也。未达曰：自一元而言，有始也；自元元而言，无始也。"

这里所谓"一元"，指的是一个世界，用今天的话说，就是一个天体系统；"元元"，指的是众多的世界，用今天的话说，就是无数天体系统，即宇宙。从一个天体系统来说，是"有始"的，即有其起源的。但宇宙是"无始"的，即没有起源，宇宙是不生不灭的，在时间上是无穷无尽的。这是符合辩证法思想的。

为什么会产生"开天劈地"这些神话？

离我们现在几千年前，在古代人民中间流传着一些关于天地起源的神话。说的是在最早的时候，那时没有天，也没有地，只是浑浑沌沌的一团。不知道过了多少年，后来有个名叫盘古的神用斧头开劈出了天和地。这当中所说的盘

古开天劈地的事是真的吗？当然不是，那只是神话罢了。

那末，在古代为什么会有这种神话传说呢？这是有它产生的时代背景的。

古时候，人们过着原始生活，只有简单的劳动工具，要想认识和征服自然，当然都是很难办到的。那时，人们看到狂风暴雨，电闪雷鸣，不知道这是怎么一回事。看到太阳、月亮天天东升西落，也觉得很奇怪，可是又没办法了解这些现象。于是他们就想象，在这些现象后面一定存在着比人本领大得多的神，是他们把大自然安排成这样的。渐渐地，一个个为解释各种自然现象规律的神话就产生了。

我们中华民族，是一个有着悠久历史的伟大民族，有着许许多多神话故事。除了盘古开天劈地传说外，人们常说的还有共工触天和女娲〔wā〕补天的神话，也是由于猜测宇宙之谜而想象出来的。

早在二千多年前，人们根据古老的传说在书中写道：在天地刚开劈时，有一些缺陷，天上还有一个个大窟窿。这时有一个叫女娲的女神就熔炼了许多五色石头，把天补好了。后来，有一个英雄共工，他敢于和另一个叫颛顼〔zhuān xū〕的神争夺王位。他天不怕地不怕，愤怒地向不周山撞去，一下就把撑天的柱子撞断了，把大地的一角也给撞塌了。而自己却没有死，胜利了。从此，西北的天空就因此而稍稍倾侧，西北的地面就稍稍隆起，所以天上的太阳、月亮都不由自主

地朝西北跑；东南的大地陷下了一块，所以地上的江河则滔滔地奔向东南。古代的人们就是这样来解释日月星辰为什么东升西落，我国的江河为什么向东流的。

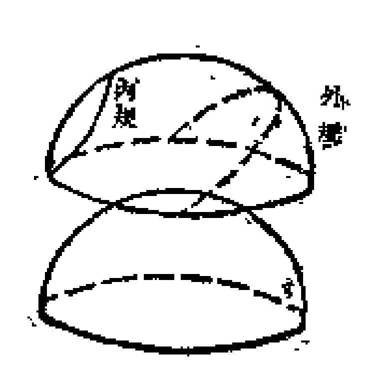
马克思曾经指出："**任何神话都是用想象和借助想象以征服自然力，支配自然力，把自然力加以形象化**"。这些神话，反映了在生产和科学极为落后的古代社会，人们希望了解自然，征服自然，让自然力为人类服务的美好愿望，也反映了我国古代人民丰富的想象力和智慧。但是正如毛主席在《矛盾论》中讲的那样，"**这种神话中所说的矛盾的互相变化，乃是无数复杂的现实矛盾的互相变化对于人们所引起的一种幼稚的、想象的、主观幻想的变化，并不是具体的矛盾所表现出来的具体的变化。……所以它们并不是现实之科学的反映。**"

随着生产的发展，人们在生产实践中逐渐认识了自然，征服自然。在生产实践斗争中，由于科学的发展，产生了天文、数学、物理、化学等自然科学，不断揭示出宇宙的奥妙。大量科学研究成果和观测事实证明了：马克思主义的自然辩证法是宇宙间物质运动的最普遍规律的科学，宇宙间不存在什么创世主，天、地既不是盘古开劈出来的，也不是什么上帝创造出来的，宇宙间的一切事物都循着它自己固有的客观规律永远运动着，根本不是由什么神灵或上帝创造的。

什么是盖天说

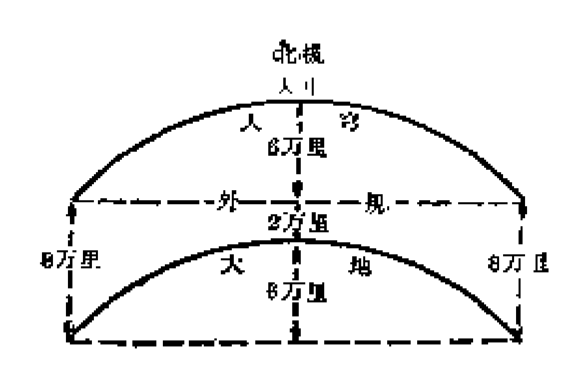
盖天说是我国最早的宇宙结构学说，它起初主张“天圆如张盖，地方如棋局”。即天是圆形的，象一把张开的伞，地是方形的，象一个棋盘，因此也称为“天圆地方说”。但是，这样就遇到一个不能解释的问题——半球形的天穹罩住一个方形的大地，四周怎样相接呢？于是天圆地方说，又修改为：天并不与地相接，而是象一把大伞高高地悬在大地上空，有绳子缚住它的枢纽，周围还有八根柱子支撑着。

我国古代的著名诗人屈原，在2200多年前就曾针对这种说法提出疑问：“斡〔wò〕维焉系？天极焉加？八柱何当？……”意思是：这天盖的伞柄到底插在什么地方？而扯着这个大帐篷的绳子又究竟拴在何处？八根柱子撑在什么地方？……这些都是不容易回答的问题，所以后来，盖天说就改为“天象盖笠〔lì〕，地法覆槃〔pán〕”了，这就是说：天象一个扣着的斗笠，地象倒放着的一只盘子，即天和地都是覆盖着的半球形。比起早期的“天圆地方说”来，已经进了一步。



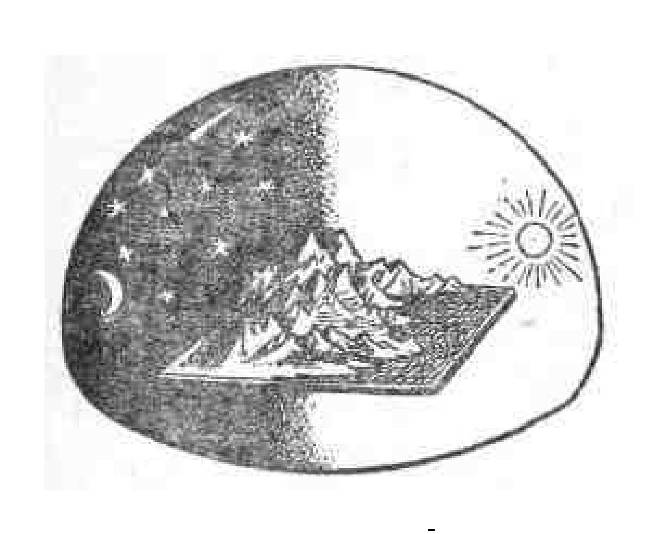
到了公元元年左右西汉末期写成的《周髀〔bì〕算经》（我国古代天文

历算著作)一书中，上述概念更是发展到了用数字表示的程度。在这本书中明白指出：天穹的中央比四周高出6万里，大地的中央比四周也高出6万里，而天地之间则相距8万里。这里虽然已经有了数量的概念，但这些数字是完全虚构的。

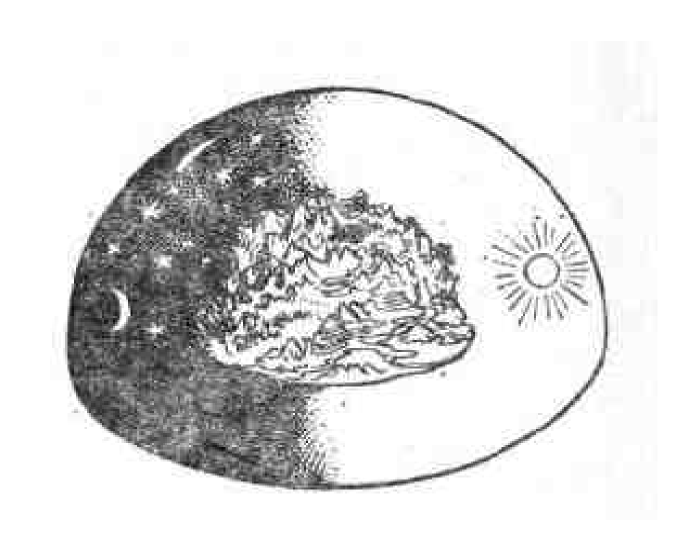


在我国古代怎么会出现盖天说的呢？这是因为，古代人们抬头仰望，头上是一个圆穹形的天空，极目远眺，是一望无际的原野，他们就简单地认为天空象一把张开的伞一样，罩盖在平坦的大地上，这就是“天圆地方说”的来源。正是由于这个缘故，不仅我国古代有，外国古代也出现过类似的这种简单的看法。

后来，古人看到我国的东面是茫茫的海洋，西面是巍巍的山脉，在这些海洋和山脉以外是怎样的呢？他们不知道。古人又看到天上的太阳和月亮东升西落，但是日月东升以前和西落以后究竟怎样？他们也是不知道的。限于当时的历史条件，人们要研究天地的真相，



不得不依靠推测，这就出现了“天象盖笠、地法覆槃”的盖天说，他们希望寻找天地真相的答案。现在看来，在当时，由于历史条件和科学水平的限制，产生这种落后的认识，这是不可避免的。恩格斯指出：



“我们只能在我们时代的条件下进行认识，而且这些条件达到什么程度，我们便认识到什么程度。”这既适用于我们，也同样适用于古代的人们。

人的认识，总是一步又一步地由低级向高级发展的。开始只是看到事物的现象、事物的片面、事物的表面联系。由于受到科学技术发展水平的限制，古人往往不能透过现象看本质，容易被事物的表面现象甚至假象所迷惑，从而得出错误的结论。随着时代的进展，才逐渐提高了对自然界本质的了解，新的学说也就跟着出现了。

什么是浑天说？

从承认“天”是半球形的盖天说，过渡到承认“天”是一个圆球形，就产生了浑天说。

大约在公元前四世纪，战国时代的慎到曾经说“天



体如弹丸，……”他承认“天”是一个整球。和他差不多同时的惠施也认为天空是浑圆的，大地也是浑圆的。实际上这些正是浑天说思想的萌芽。到了公元前 104 年，汉武帝时，在巴郡（即现在四川省），有一位名叫落下闳〔hónɡ〕的民间天文学家，他设计改进的浑仪就是按照这种萌芽状态的浑天说构思制作的。经过约两百年的逐渐发展，到东汉时著名的天文学家张衡（公元 78～139 年）才使浑天说发展成一种宇宙结构体系。张衡写的《浑天仪图注》也就成为浑天说的经典著作。在这本书里，他形象化地说明了："浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于内，天大而地小。天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。……天转如毂〔gǔ〕之运也，周旋无端。其形浑浑，故曰浑天也。”这段话，用现代的语言来说就是："天可以比作是一个鸡蛋。'天'圆圆的形状象弹丸；'地'可以比作是鸡蛋中的蛋黄，孤零零



张 衡

地悬居在里面。‘天’大而‘地’小。‘天’表面以下有水，‘天’包着‘地’，好比蛋壳包着蛋黄似的。……‘天’的转动象轮子的运转一样，周而复始，不停地旋转，无所谓起始和终了。天是球形的，所以称为浑天（即球天）。”张衡不仅在理论上作了详细的说明，而且制作了浑象，更是形象地表述了浑天说。

浑天说比盖天说先进。我们可以看出，从承认天地是半球形过渡到承认天地是一个圆球形的浑天说，在宇宙观念的发展史上，是一个巨大的进步。因为肯定大地是球形，这是长时间的观察和测量天体方位的结果。浑天说所描绘的宇宙结构比起盖天说来，已是更接近于真实，已能解释日月东升西落等一系列观测到的现象了。

浑天说已经有了初步的宇宙无限概念。例如，张衡虽然认为“天”象鸡蛋壳一样，有一定的大小，但是他并不认为这就是宇宙，他明确指出：“宇之表无极，宙之端无穷。”浑天说虽然由于历史局限性，把地球作为天地的中心，但是总的说来，还是比欧洲托勒密地心说体系进步。

什么是宣夜说？

我国古代还有一种宇宙理论，这就是宣夜说。《晋书·天文志》中，记载了东汉学者郗萌（公元二世纪）说，天是

没有一定形状的，也不是由有形的物质所造成；抬头看去，天是高远没有止境的，太阳、月亮和满天星斗，都是自然地浮在空中，天体的运动或静止，都是由无形的"气"所决定的；所以七曜（我国古代把太阳、月亮、金星、木星、水星、火星和土星等七个明亮的天体合称为"七曜"）飘浮在空中，它们的距离和运动是各不相同的。

宣夜说是明确的宇宙无限论，首先，它否定天穹是一个坚固的硬壳的说法，认为抬头看到的天，是高远没有止境的；宣夜说还谈到天体的运动，也就是有了天体在无限的宇宙空间中运动的初步概念。这是一个含有辩证因素的宇宙观念。

其次，宣夜说否定了唯心论者所宣扬的什么天体是神创造的说法，认为天体都是自然地在宇宙中形成和飘浮在空中的，这是关于天体演化和运动的朴素唯物主义观点。

第三，宣夜说认为太阳、月亮和五大行星等等都是飘浮在空中，而不是固定在天穹上的，所以它们可以有各不相同的运动，它们的距离也是有远有近。这种说法，也是符合天体的分布和运动的真实情况的。

当然，由于当时社会的历史条件的局限性，宣夜说也有许多不足之处，例如它认为天体的运动是由无形的"气"所决定的，当时，还不能认识天体的运动是由万有引力及电磁力等等所决定的。同时，宣夜说不象浑天说那样能进行实

测，所以后来没有得到进一步发展。

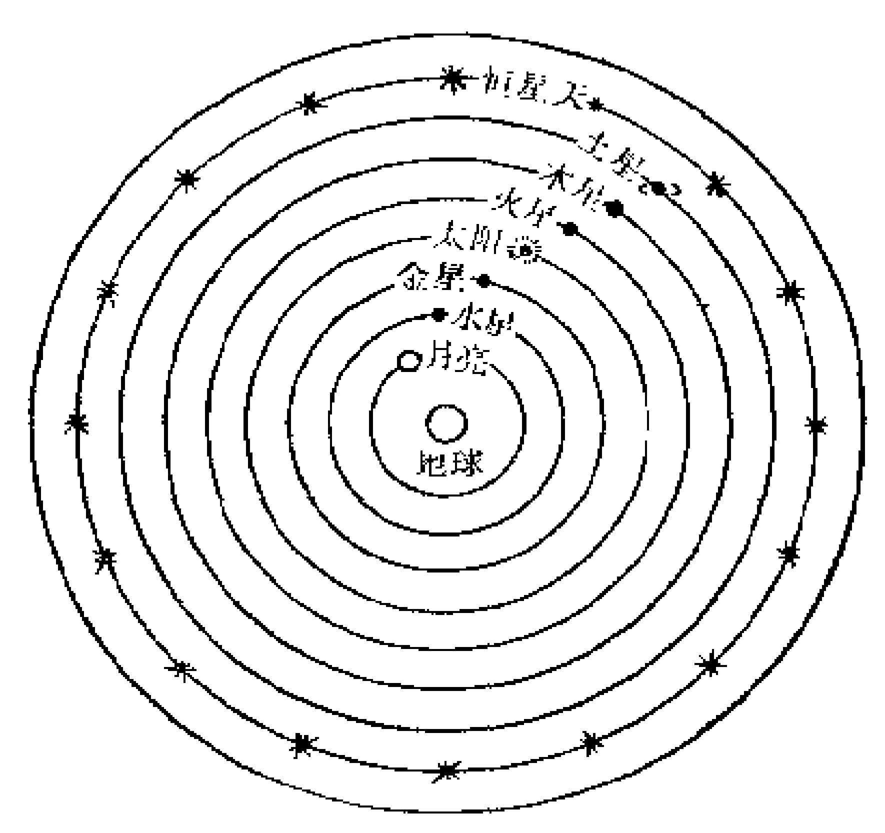
虽然宣夜说有些不足的地方，但是，远在1700多年前，我国就有了这种朴素唯物主义的宇宙观，实在是难能可贵的。伟大领袖毛主席指出：**“中国的长期封建社会中，创造了灿烂的古代文化。”**在灿烂的中国古代文化中，天文学是一个重要组成部分，有许多比外国先进的认识和光辉的成就，关于宇宙的认识就是其中的一个方面，值得我们重视和发扬。

盖天说、浑天说和宣夜说这三种学说都是试图解释宇宙结构的，是我国历史上最早的几种宇宙理论，在我国古代都曾起过一定的历史作用。恩格斯曾经指出：**“今天被认为是合乎真理的认识都有它隐蔽着的、以后会显露出来的错误的方面，同样，今天已经被认为是错误的认识也有它合乎真理的方面，因而它从前才能被认为是合乎真理的”**。这段话很好地说明了我国古代这三种宇宙学说的情况。随着时代的进展，旧的不合理的学说逐步为新的更进步的学说所取代，人们认识宇宙的过程就这样逐渐深化的，这个过程永远不会有止境，不论过去、现在和将来，都是如此。列宁指出：唯物主义观点**“认为人完全可以认识这个世界和这些规律，但是永远不能够彻底地认识它们。”**事实就是这样。

为什么地心说是错误的？

太阳从东方升起，又慢慢地朝西边落下去。天天如此，年复一年，月亮和星星也是这样。这种现象是天旋还是地转？是日月星辰环绕地球转，还是地球围绕太阳转？这个问题不仅在天文学发展史上曾经引起过激烈的争论，而且还经历着唯物主义宇宙观和唯心主义宇宙观之间的激烈搏斗。

古时候，人们从直观的感觉出发，认为地球是静止不动



托勒密地心说示意图

的，日月星辰东升西落，是由于它围绕地球旋转的缘故。公元前四世纪，古希腊哲学家亚里士多德认为，整个宇宙是一个一层一层的透明的“水晶球”，地球处在水晶球的中心，“永恒不动”，所有的天体都在水晶球面上绕着地球旋转，这是历史上最早的地心体系。

公元二世纪，希腊亚历山大城的天文学家托勒密，写了一部叫做《天文集》的书，他在亚里士多德等人地心体系的基础上，系统地阐述了“托勒密地心说”。他认为地球处于宇宙的中心，是静止不动的，太阳、月亮以及其他天体，按照层次一层层地环绕地球作匀速圆周运动。以地球为中心，从内到外依次是月亮、水星、金星、太阳、火星、木星、土星，外面第八层是“恒星天”。托勒密的地心说，把天体东升西落的表面现象，看作是事物的本质；用主观想象的圆周运动来解释天体的运动，也就必然要产生许多矛盾。例如，行星在天空中的运动看起来有时快有时慢，有时从西向东走（称为顺行），有时从东向西走（称为逆行），为什么会产生这种现象呢？托勒密就假设行星在绕地球转动时，先绕着一个称为本轮的小圆转。这个小圆的圆心再沿着以地球为中心的称为均轮的大圆转，托勒密用本轮直径的大小，和行星在本轮上转动速度的不同，来凑合行星在天空中的运动，但仍然还有不少漏洞，他又在本轮上不断添本轮，形成了一个非常复杂的本轮均轮系统，结果还是不能完善地解释天体的

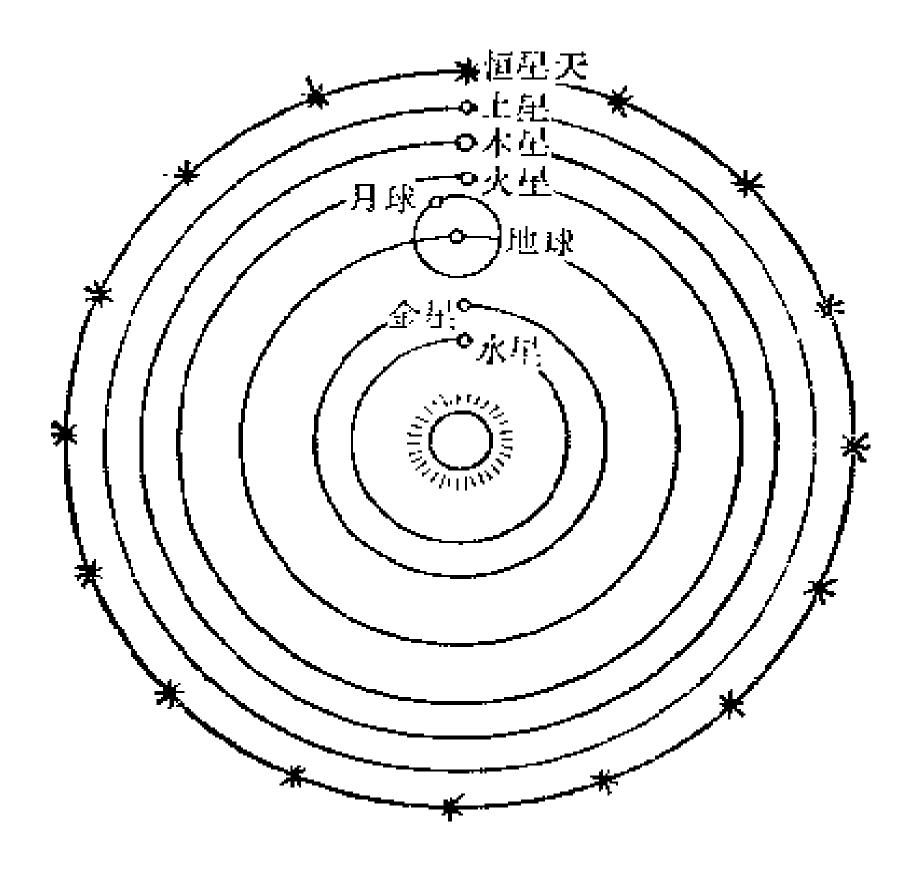
运动。这是因为托勒密等人没有认识和掌握天体运动的客观规律，仅凭表面现象就主观人为地认为地球一定处在宇宙的中心，千方百计地维护这种想象出来的观点，那就不可避免地要陷入唯心主义的泥坑。

当时，欧洲正处在黑暗的中世纪，反动教会和封建贵族勾结在一起，统治着欧洲各个国家。他们扼杀一切进步的思想和文化，到处鼓吹"上帝创世说"，认为宇宙间的一切都是上帝创造的，上帝"按照自己的形象"创造了人，把人安排在宇宙的中心——地球上，上帝创造太阳是为了给地球照明和送热，创造月亮是为了夜间照明，金、木、水、火、土五颗行星是用它们变幻不定的运行来预告人间的祸福命运等等。反动教会把这种胡说八道的宗教神学，同托勒密地心说结合起来，把它说成是永恒的"真理"，神圣不可侵犯的"神学教条"。他们在托勒密地心体系的恒星天外面，又编造了一个"极乐天堂"，如果谁不听从教会的统治，死后灵魂就升不了"天堂"。这样，地心说就成了宗教神学的重要理论支柱，变成维护封建教会反动统治的一种工具。

这种唯心主义的宇宙观在欧洲统治了一千几百年，在这种神学宇宙观的统治下，上帝的意旨就是一切，人们只能跪在教堂里期待上帝的启示。那末，还有什么宇宙的客观规律和科学问题需要去研究、探索呢？这种陈腐的宇宙观，阻碍着人类正确认识宇宙，使自然科学"深深地禁锢在神学之



哥白尼



哥白尼日心说示意图

的变革。在这样的历史条件下，杰出的波兰天文学家哥白尼（公元 1473～1543 年）经过长期的观测和研究，发现托勒密的地心说有根本性的错误。哥白尼认为，处于宇宙中心的不是地球而是太阳，地球和别的行星一道以圆形的轨道绕着太阳运转，只有月亮才是地球的伴侣，绕着地球运转。由于行星绕太阳公转的周期各不相同，行星和地球有相对运动，所以地球上看到的行星在天空中的运动就显得有时快有时慢，有时顺行有时逆行，而日月星辰每天东升西落仅是一种表面现象，是由于地球本身的自转所引起的。哥白尼冲破了教会散布的浓云密雾，透过表面现象正确地揭示了地球和其他行星围绕太阳转的客观规律，发现了真正的太

阳系。

公元1543年，哥白尼以毕生精力所写成的《天体运行论》正式发表了。这部说明日心学说的著作发表以后，立即引起了反动教会的极大恐慌，因为它从根本上动摇了反动教会用来欺骗人民的理论基础，使宗教神学遭到了致命的打击，引起了天文学和宇宙观上的一次重大革命。统治欧洲一千多年的陈腐的宇宙观——托勒密地心说遭到了无情的揭露和批判。革命导师恩格斯高度评价了哥白尼的日心说，把《天体运行论》比喻为自然科学的“独立宣言”，并且指出：**“他用这本书……来向自然事物方面的教会权威挑战。从此自然科学便开始从神学中解放出来”**。

新生事物的发展，总是要经过一番艰苦斗争的。伟大领袖毛主席指出：**“历史上新的正确的东西，在开始的时候常常得不到多数人承认，只能在斗争中曲折地发展。正确的东西，好的东西，人们一开始常常不承认它们是香花，反而把它们看作毒草。哥白尼关于太阳系的学说，达尔文的进化论，都曾经被看作是错误的东西，都曾经经历艰苦的斗争”**。《天体运行论》发表以后，反动教会立即对它伸出了魔爪。他们称哥白尼的学说为“邪说”，把他的著作列为“禁书”，妄想扼杀日心说的传播。

布鲁诺（1548～1600年）是意大利的唯物主义哲学家、自然科学家。他受到哥白尼学说的影响，到处写文章发表

演说，勇敢地宣传哥白尼日心说。布鲁诺进一步认为，太阳只是无数恒星中的一颗，仅是太阳系的中心，而不是宇宙的中心，宇宙是无限的，是没有中心的。这些观点进一步发展了哥白尼的日心说，对人类正确地认识宇宙作出了贡献。反动教会对布鲁诺恨之入骨，他们把布鲁诺抓到宗教法庭的监狱，关了7年之久，采用了各种残酷恐怖的手段，想迫使布鲁诺放弃"日心说"。但他丝毫没有动摇，最后反动教会悍然判处布鲁诺火刑。布鲁诺为了捍卫哥白尼的日心说，牺牲了宝贵的生命。

尽管反动势力如此残酷地进行迫害，但丝毫阻挡不了人们继续研究和传播日心说。1610年，意大利的科学家伽利略（1564～1642年）在磨镜工人发明的望远镜基础上，自制了天文望远镜。当他用望远镜观测木星时，惊奇地发现了4颗围绕木星转动的卫星，如同月亮围绕地球转一样。伽利略认为，这正是行星绕日运转的缩影，他在《星际使者》一书中向人们报告了自己的发现。这一重大发现有力地驳斥了地心说，为哥白尼的日心体系提供了一个强有力的证据。伽利略的发现，同样使教会非常恐慌，他们



伽利略

控告伽利略宣传"邪说"，禁止人们用望远镜去观测星星月亮，并且把伽利略关进了监狱。

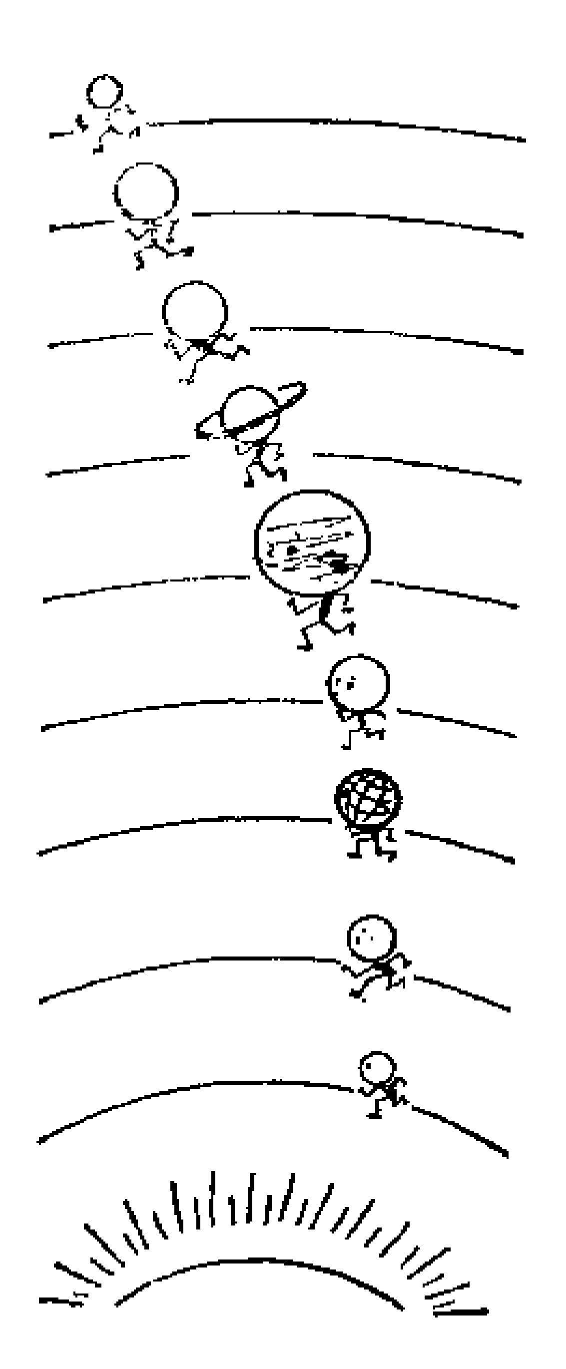
哥白尼提出日心说，在人们对宇宙的认识史上写下了光辉的一页。然而，由于当时历史条件的限制，他还不能冲破形而上学观点的束缚，他以为地球、行星绕日运行只能在"最完美"的圆形轨道上运行。后来随着天文观测精度的提高，人们发现根据哥白尼理论编制的行星运行位置表和行星的实际位置还有偏离，航海和编历工作的需要推动着人们进一步去研究日心理论。德国的天文学家刻卜勒（1571～1630年）经过长期整理、分析天文观测资料，反复计算，发现行星绕日运动的轨道不是圆形，而是椭圆形的。刻卜勒总结出行星绕日运动的"三大定律"，进一步证实和改进了哥白尼的日心理论。后来，牛顿（1642～1727年）在前人大量工作的基础上，总结出"万有引力定律"，从理论上进一步阐明了行星绕日运动的规律。1846年，当人们根据日心说理论的计算而准确地发现太阳系的第八颗大行星——海王星时，哥白尼的日心说终于得到了完全的证实，为人们所普遍接受。

为什么说地球是一颗普通的行星？

大家都知道，我们的太阳系共有九颗大行星。按照与

太阳的距离来说，依次排列是：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。地球排行第三。

如果按照行星的个儿大小来排，那末，老大是木星，老二是土星，老三是天王星，老四是海王星。地球是老五，比老大要小得多，体积相差1316倍；但地球比起最小的水星来，又要大18倍。



至于按照行星的体重来排先后的话，老大还是木星，是地球的318倍，最轻的小弟弟还是水星，地球还是老五，比小弟弟重18倍半。

我们再来看看这九个兄弟环绕太阳运行的速度如何？它们都象万米赛跑那样一圈又一圈地在空间奔跑着，第一名是最小的小弟弟水星，它的平均速度是每秒48公里。这个速度确实很快，它简直是在飞奔。地球是第三名，速度是每秒29.8公里。木星是每秒13公里，是因为它个儿太大，跑不动吗？不是的，九大行星环绕太阳的公转速度是与太阳的距离有关的，离太阳越远，跑得越

慢，所以速度最慢的是最外面的冥王星，它的平均速度每秒 4.7 公里，水星比它快 10 倍以上哩！由于速度不同，跑道的长短又相差很大，所以九大行星跑完一圈的时间是相差很大的。地球的公转周期是一年，即一年跑完一圈。水星只要 88 天就绕太阳转了一周。冥王星环绕太阳跑一圈的跑道长达 370 亿公里，怪不得它要 248 年才跑完一圈呢！

每颗行星一边跑，一边都还在自转。地球是每天 24 小时自转一周，这是大家都知道的。没有想到的是自转最快的倒是大个儿木星，它只需要 9 小时 50 分钟就自转一周。小弟弟水星反而是自转很慢的，由于过去观测方法还不是最完善，人们一直以为它的自转周期是 88 天，六十年代雷达天文学发展以后，天文工作者才用高灵敏度的天文雷达测出水星每隔 59 天自转一周。自转最慢的是金星，要 244 天才能转一周，而且它的脾气古怪，自转的方向与其他八大行星自西向东转的转向是相反的，它是自东向西转的，天文学上称为"逆转"。

自从人造卫星发射以后，人们都已熟悉"逃逸速度"这个名词了，这是指一个物体从天体上飞出去必须具备的速度。地球上的逃逸速度是每秒 11.2 公里。水星上的逃逸速度最小，只要每秒 4.2 公里就够了。木星上的逃逸速度最大，必须要有每秒 61 公里的速度才能飞离木星。由此看来，地球上的逃逸速度是中等的，在太阳系九大行星中占第

四位。

最后，让我们再来看一下九大行星的反光能力吧。金星大气层的云层很厚，反光能力最强，达到76%，就是说太阳光照射到金星上，有76%的光被反射出来。地球的反光能力是第六位，只能反射39%的太阳光。反射能力最小的是水星，只能反射6%的太阳光。

因此无论从哪一方面来看，我们居住的地球，在太阳系的各大行星中只是一颗很普通的行星。

也许有人会问：为什么只有在地球上有人类，而在其他八大行星上却没有呢？要回答这个问题，首先让我们来考察一下九大行星上的温度情况。行星本身基本上不发光，主要受太阳光的照射得到光和热，因此九大行星表面的温度基本上是与太阳的距离有关的，越靠近太阳就越热。在阳光照射下，各大行星面对太阳那半球面的中央部分的温度，用摄氏温度计算是：水星338度，金星430度，地球22度，火星28度，木星零下138度，土星零下148度，天王星零下180度，海王星零下200度，冥王星零下210度以下。我们很容易看出，九大行星中只有地球和火星是温度宜人的。其他行星，要么太热，要么太冷，都不适宜。而在火星上每到夜晚温度降到零下132度，这是高等生物受不了的，再加上火星大气中最多的是二氧化碳，而氧气和水分都很缺乏。所以，只有地球上的温度最适宜，又有水和氧，这些自然条

件正好适宜于生物的发展，因而从无生物发展到有生物，再逐步从低级生物发展到高级生物，又逐步进化到人类。这一点与太阳系其他行星相比，就好象地球上有绿洲，也有沙漠，绿洲的草木茂盛，沙漠就一片荒凉一样，只是自然条件不同的结果，并不能说绿洲比沙漠特殊。宗教教廷和唯心论者用地球上有人类来强调地球是特殊的星球，目的是要证明人类是上帝创造的，统治者是代表上帝意志的。我们唯物论者认为，地球上有人类，只是自然条件的不同，在广阔无限的宇宙中并不是特殊的，在太阳系以外的其他亿万恒星系统中，也必然具有适合生物发展条件的行星，也同样能够有生物发展起来的，不过由于自然环境不同，发展起来的生物也就不会与地球上是一样的。因此，地球上虽然有人类，但也不足以说明它的特殊性，它仍不过是太阳系中一颗普普通通的行星罢了。

为什么地球和太阳的距离有变化？

我们人类居住的地球，是太阳系中的一个普通成员，它和太阳系中所有的成员一样，都绕着太阳不停地运转着。

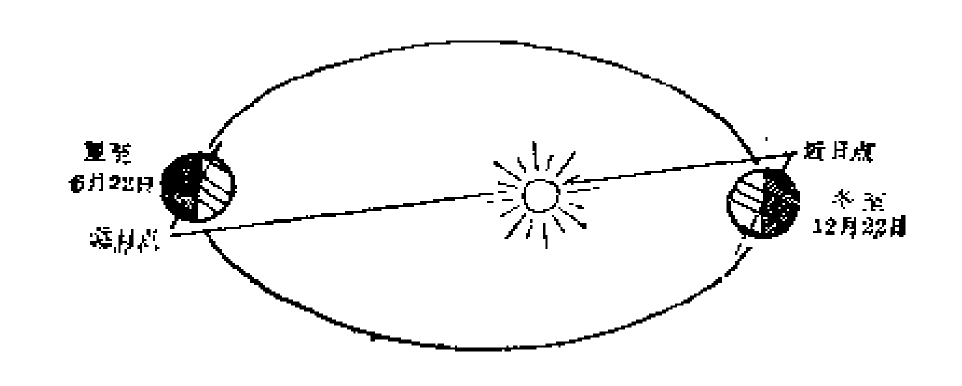
很早以前，我国古代的劳动人民就发现，地球和太阳之间的距离，在一年当中是有变化的。据历史记载，在公元

420～581年南北朝时，北齐有位天文学家张子信，他花了30年时间观测地球绕日运动，取得了丰富的资料，发现"日行在春分后则迟，秋分后则速。"实际上，这是地球与太阳距离变化的反映。

那末，地球到底是怎样绕着太阳运行的，它和太阳的距离为什么会有变化呢？

太阳是太阳系中质量最大的天体，它的质量占整个太阳系质量的99.86%，所有的行星都循着万有引力定律的规律围绕着太阳运行。行星运行的轨道，是由它与太阳的距离远近，沿着什么方向和它运行速度来决定的。

我们知道，包括地球在内，所有的行星都是沿着椭圆形的轨道围绕太阳运行的。太阳处在椭圆形的一个焦点上。椭圆形长轴靠近太阳的一端，叫近日点，远离太阳的一端，叫远日点。椭圆焦点到中心的距离与椭圆半长径的比值叫做偏心率，偏心率越大，椭圆就越扁。现在，我们把已计算出的九大行星椭圆轨道的偏心率列入下面表格：

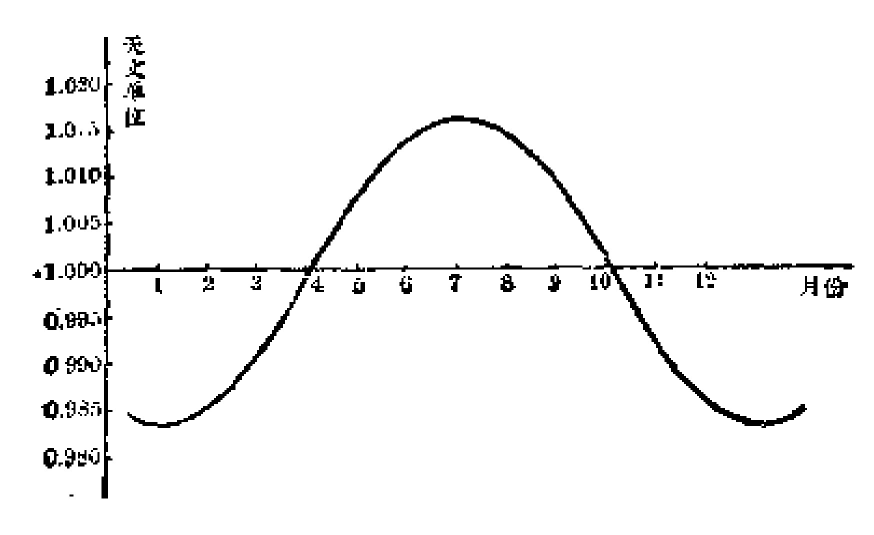


行星	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
轨道偏心率	0.206	0.007	0.017	0.093	0.048	0.056	0.045	0.012	0.246

我们从表格中可以看到，地球的偏心率是 0.017，它很小，是接近于正圆的椭圆形。

因为地球是沿着椭圆形轨道绕着太阳运行的，一年转一圈，所以地球和太阳的距离，在这一年中显出了周期性的变化。从那幅曲线的图中，我们看见，每年一月初地球和太阳最接近，距离约为 14710 万公里（即 0.9833 天文单位）；7 月初离太阳最远，距离约为15210 万公里（即1.0167 天文单位）。这两点，我们分别叫做地球轨道的近日点和远日点。由此可见，地球在 1 月初比在 7 月初接近太阳约 500 万公里。

那末，为什么地球和其他的行星绕太阳运行的轨道不



地球和太阳距离随时间变化

是圆形，而是椭圆形的呢？

要弄清楚这个问题，我们可以做个实验：在水平放置的玻璃板上，滚动一粒小钢珠，可以看到它是匀速的直线滚动的。如果在靠近它滚动的地方放上一块磁铁，这时小钢珠就会偏向磁铁的方向。不过，钢珠滚动的速度大，向磁铁的方向偏移就小。反之，钢珠滚动的速度小，向磁铁的方向偏移就大。

行星围绕太阳的运动，就和上面的实验类似。太阳就好比是那块磁铁，如果没有太阳，那末，行星在宇宙空间就是匀速的直线运动。现在行星受到太阳的引力作用，行星就象那粒小钢珠，它的运动方向就向太阳偏移了。行星轨道向太阳偏移的大小，这就由行星本身的速度来决定了。如果太阳对行星的引力，恰好等于行星作圆周运动所需的向心力，行星的轨道就是圆形的，在圆周上运行的速度称为圆周速度。如果行星运行的速度比圆周速度大，那它向太阳方向的偏移比圆要小，就成为一个椭圆。这个速度越大，椭圆也就越扁长。如果速度继续增加下去，椭圆也更为扁长，增大到一定速度时，行星的轨道就不再是一个封闭的椭圆，就开了口，成为抛物线或双曲线了。它也不再环绕太阳运转，而要飞出太阳系了。

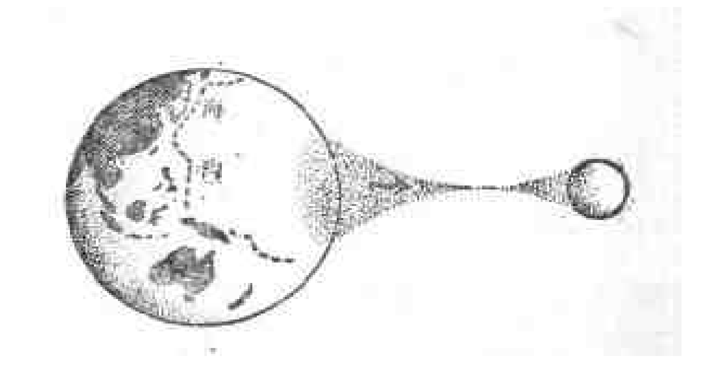
地球围绕太阳公转的速度，在近日点附近是每秒 30.3 公里，在远日点是每秒 29.3 公里。它的速度虽然相差不大，

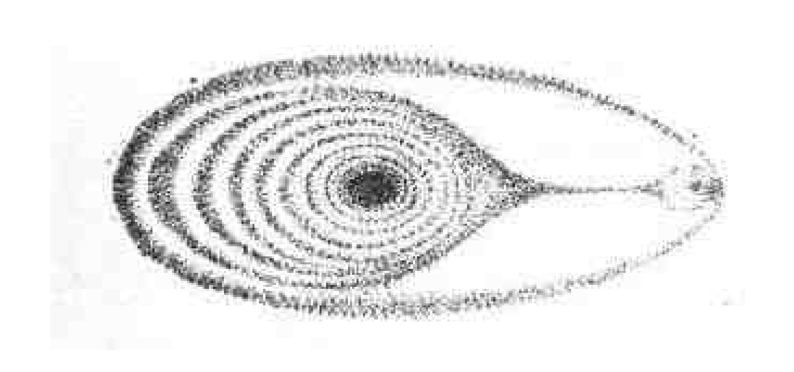
但是，这就决定了它围绕太阳运转的轨道是一个偏心率不太大的椭圆形，然而它与太阳的距离终究是有变化的，有时远，有时近。

月亮是怎样形成的？

月亮是怎样形成的？这是一个很有趣的问题，几个世纪以来，不少科学工作者为了解答这个问题，提出了好多种假说。

有一种假说认为：月亮是在几十亿年以前，当地球还在熔融状态并且自转得很快的时候，由于太阳引潮力（引起潮汐现象的天体引力）的作用，从地球分出去了一大块物质，形成了月亮。持有这种观点的人甚至认为，太平洋底部地壳较薄和没有花岗岩层，太平洋就是月亮分出去的地方。但是后来经过研究证明：熔融状态的地球根本不可能分出一部分去。即使月亮是从地球分出去的话，那末在刚分出去的时候，也一定会受到地球的引力作用而产生很大的潮汐，最后还是会重新落到地球上来。另外，人们对太平洋底部的研究知道，它和其他海洋的底部结构是一样的，由洋底

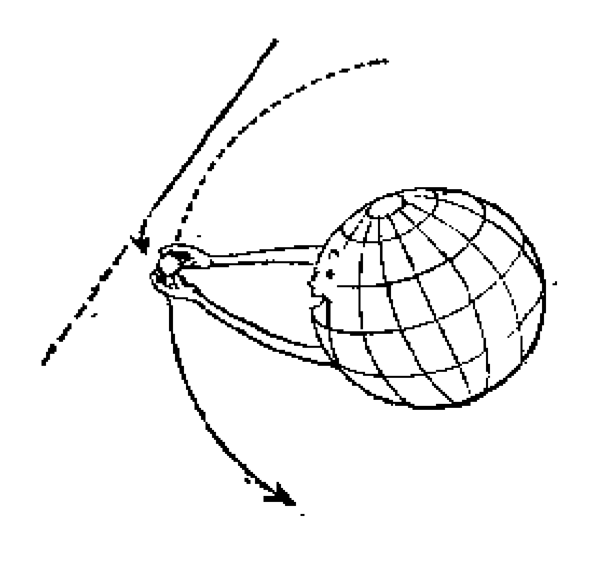




沉积的厚度及沉积速度的研究得出太平洋的年龄只有1亿年，远比月亮年轻。所以，现在一般都不同意这种见解。

另一种假说认为：月亮和地球都是同一团弥漫物质形成的。这团弥漫物质，大部分形成地球，小部分形成月亮；或者地球先形成，残余物质再形成月亮。根据这种意见，月亮年龄应该和地球年龄差不多，这一点近年来的研究已经证实了，因为用放射性元素含量测定月岩标本，最大的年龄是41亿年，与地球年龄约46亿年是接近的。但是，月亮和地球的密度却存在着很大差别，月亮平均密度为每立方厘米3.34克，地球平均密度是每立方厘米5.52克。因此使人无法解释为什么在相同条件下，由同一团弥漫物质形成的天体，却有这么大的差别。

再有一种是俘获假说，认为月亮和地球都是由原始星云形成的，开始它们不在一起，月亮原先是太阳系的一颗行星，它的轨道距离地球较近。后来，由于月亮上发生了大规模的火山喷发，突然使它增加了运



转速度而靠近地球，被地球俘获成为卫星。那末，为什么说月亮原先是一颗行星呢？因为它和太阳系中其他行星的卫星比较起来，月亮是非常特殊的一颗卫星。大多数卫星的体积，只有它所围绕的行星的几万分之一或几十万分之一，而月亮的体积竟是地球的四十九分之一。月亮和地球的体积相差不大，它们平均密度不同，两者化学组成的比例很不相同，尤其是铁的含量差别很大，例如，月亮含铁 15%，而地球含铁量接近 40%，这表明它们不是在一处形成的，是后来才被俘获在一起的。最近有人提出，地球形成后几千万年，在地球附近有一个半径达 1000 公里或更大的天体，与地球相撞，撞出的物质形成了月亮。这物质是地球外部的，含铁量比内部小，所以，月亮的含铁量比地球整体平均含铁量小。

弄清楚月亮的起源问题是不容易的，但是，宇宙间只有未被认识的事物，而决没有不可认识的事物。随着科学的发展，月亮的起源问题，人们将来总会得到解决的。

为什么月亮上有那么多的环形山？

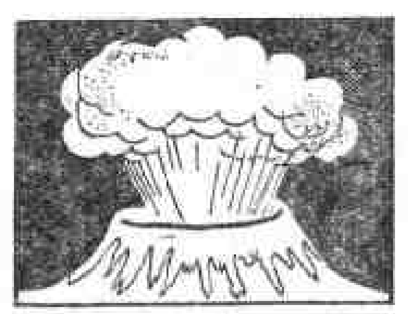
我们翻开月面图或者用望远镜对准月亮一看，就会发现大大小小的环形山星罗棋布在月亮上。用现代望远镜能够看到，月亮正面上直径大于 1 公里的环形山就有 30 万个以上，最大的环形山直径达 295 公里。有些环形山更是有

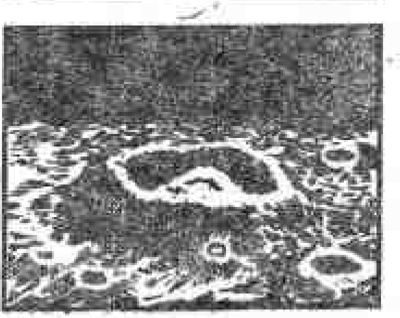




趣，在相当平坦的环底中央，突出一座小山，这就是中央山。而直径小于1公里的环形山就更多了，它们的数目在100万个以上。月亮的背面也有许许多多的环形山。那末，为什么月亮上有那么多的环形山呢？

一个主要的原因就是因为月亮没有大气。太阳系内的流星体、彗星和小行星等小天体在月亮存在的40多亿年内，不断对它撞击，把月面撞得千疮百孔，布满了大大小小的环形山。地球就不同了，它受到大气层的保护，小天体冲到地球上来的时候，在大气层中与空气分子摩擦生热，极大部分在到达地面以前就全部烧掉了。如果地球没有大气层的话，那也一定和月面那样布满了环形山。最近两年，航天飞船飞近水星和火星，从拍摄到的照片上可以清楚地看到，水星和火星上也都布满了环形山。可见，这些环形山也是由于它们缺少大气，或大气比较稀薄，不足以阻挡小天体的撞击而产生的。





月亮上的环形山都是由小天体

撞击形成的吗？那也不完全是，人们目前观测到月亮正面直径大于100公里的大环形山就有60座左右，根据计算，如果这种环形山是撞击形成的话，那末需要直径几公里到几十公里、质量达几万亿吨的小天体（在天文学上这只能算是小天体）的撞击。如果遇到这种撞击，将会在月亮上造成“月震”，估计震动的程度会比地球上任何一次大地震还要厉害得多，这当然会造成巨大的破坏。而令人感到奇怪的是：如果真的出现过这种剧烈的“月震”，为什么没有把月面上的环形山壁震塌呢？况且，直径大于15公里的环形山80%是有中央山的，这又怎么能用是由小天体撞击而成的理由来解释呢？

因此，现在一般认为造成月面大环形山还有另外的原因，这就是火山喷发。由于月面重力小，只有地面重力的六分之一，所以火山喷发的规模大，能够形成巨大的环形山。月亮上没有风雨侵蚀，所以环形山形成以后能够长期保存下来。地球上因为有风化作用，即使形成巨大的环形山，年代久远以后也都会荡然无存。有人曾经把从空中拍摄意大利维苏威火山的照片，拿来同月亮上的某些环形山的照片进行比较，发现两者十分相象。人们还推测从前月面上的火山活动一定非常剧烈，因此才有可能造成这么多的环形山。现在虽然已经平静下来了，但是月亮上的火山活动至今还没有完全停止，偶尔还能观测到。例如，1958和1959

年就曾在月亮的阿尔芬斯环形山观测到两次小的火山活动呢。

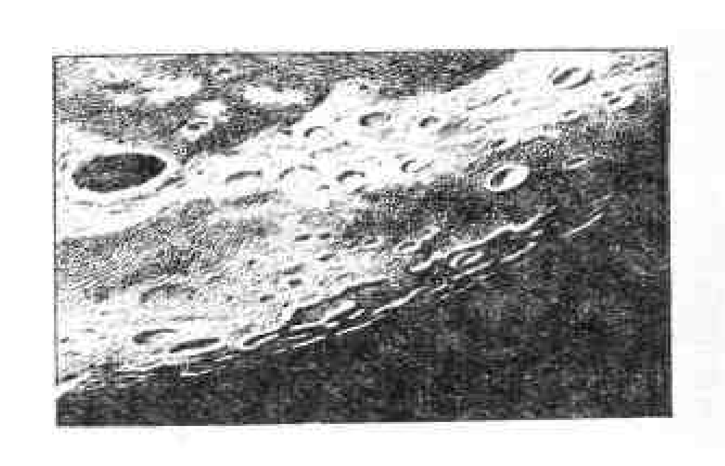
为什么月亮上没有大气?



地球上有厚厚的大气层，还有丰富的水源。月亮上却是既没有大气，又没有水。月面上虽有“风暴洋”、“雨海”等等的名称，但是这些“海”和“洋”都是干涸的，只能望“洋”兴叹。早先天文工作者已经知道月亮上没有大气，但是以为在月亮中很可能有水存在。事实却使人大失所望，当人们把从月面各处带回地球的272公斤月岩矿物经过化验，竟没有一块是含有水的。

月亮上为什么没有水和大气呢？原来，大气的存在是有条件的。如果一个天体上的气体分子运动的平均速度大于逃逸速度（物体摆脱该天体引力而飞向太空所需的速度）的五分之一，那末气体就会迅速飞散到宇宙空间去，天体上就不能保持大气。月亮因为质量小，它的逃逸速度只有每秒2.4公里，这个数值的五分之一是每秒0.48公里。而在

月亮上，即使在摄氏零度时，氢、氦和氮的平均速度分别是每秒1.84、1.31和0.49公里，都比0.48公里大，所以在月面上这些气体不可能存在了。而且月亮的白天长达两星期，在太阳的照射下，月亮表面温度在中午高达摄氏127度，在这样高温下，上述气体分子的运动速度加快，所以在月面上这些气体不可能存在了，因而月亮上没有什么大气。



因为没有大气，在受太阳照射的月面部分，也不会有水。如果以前月亮上曾经有过水的话，它也会很快地蒸发完了。计算表明，月面的水只要一昼夜就会散失到太空中去的。

今天的月亮已经没有水了，那末古代的月亮有没有水呢？科学工作者还是从月面各处带回的月岩中找到了答案。听起来似乎使人感到奇怪，这个答案是从天然玻璃中找到的。我们每天见到玻璃，但我们见到的都是人造玻璃，在地球上，天然玻璃是极为罕见的，而在月亮上，见到天然玻璃是很平常的事，它常常粘附在月岩外部，它是在陨石撞击月面时产生的高温和高压下形成的。对月亮上天然玻璃的放射性同位素含量的测定告诉我们，这种天然玻璃已有30亿年到41亿年的漫长历史，而地球上大多数天然玻璃

的年龄不到5000万年。两者的差别就在于地球上存在着水，水能使地球上古代的天然玻璃遭受脱硫过程而变成碎屑。月亮上至今能找到41亿年前的玻璃，表明月亮上玻璃的脱硫过程很慢，也就证明月亮从前就是缺水的地方，早在41亿年前，它就已是一个干旱荒凉的世界了。

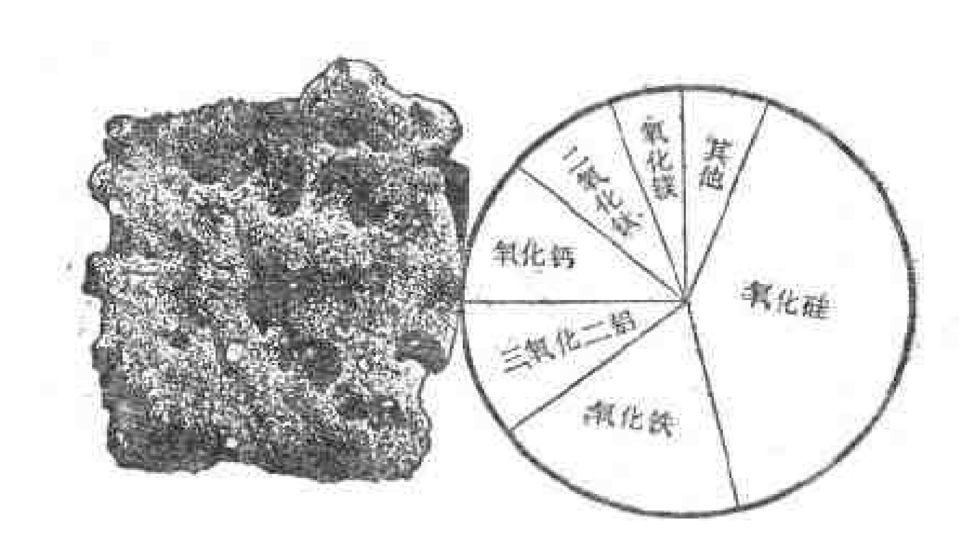
当然，上面所说的都是月面上的情况，也许月亮内部还含有少量的水，所以现在还不能说月亮是一个一滴水都没有的天体，这只有等待将来进一步的研究，才能得出结论。

月亮上的土壤和岩石是由哪些元素构成的？

从天文望远镜里看月亮，不但可以看到月亮表面有许多高高低低的山，大大小小的平原，而且还可以看见月亮上有土壤，也有岩石。

恩格斯指出："**世界的真正的统一性是在于它的物质性**"。宇宙是由物质构成的。地球上的岩石主要是由硅、钙、铝、铁、镁等元素的氧化物构成的。月亮上的岩石是由哪些元素构成的呢？人们把月亮上的辉长岩，同地球上的玄武岩成分作了一个比较，知道月岩主要是火成岩。月岩同地球岩石的化学元素组成很相似，只是它们的含量不同而已。在月岩中发现的稀土元素比地岩中的含量要高得多。

氧化物名称	地球上玄武岩含量(%)	月岩样品含量(%)
氧化硅(SiO)	50.01	42.01
二氧化钛(TiO_2)	1.37	8.81
三氧化二铝(Al_2O_3)	16.18	11.67
三氧化二铁(Fe_2O_3)	2.32	0.00
氧化铁(FeO)	7.07	17.98
氧化镁(MgO)	7.77	6.25
氧化钙(CaO)	11.33	12.18
氧化钠(Na_2O)	2.79	0.48
氧化钾(K_2O)	0.22	0.11
合成水(H_2O)	0.87	0.00
五氧化二磷(P_2O_5)	0.13	0.08



月亮上的土壤，是一层含结晶岩碎片的、多孔的火山灰土壤。它同地球上土壤的最大差别是：地球土壤中含有大

量的有机质和水，而月亮土壤中却没有。虽然月亮上的土壤同地球上的不一样，但从两者化学元素组成来讲，却是相似的。在月亮上至今还没有找到过地球上所没有的新元素。

	氧	硅	铝	钙	铁	钛	钠	钾	镁	碳	锰	氮
地壳	46	28	9.1	5.0	4.0	3.5	3.0	1.3	0.6	0.08	0.05	0.003
月壳	43	20	7.0	6.0	4.0	15	0.3	0.1	4.0	<0.01	0.03	<0.001

上面这个表中列出的是地壳和月壳中的元素平均含量的百分比。从中我们可以看出，在地壳同月壳中，氧、硅、铝、钙、镁、锰、氮的成分是差不多的；铁、钛在月壳中含量多一些；钠、钾、碳在月壳中含量低一些。月壳中的氧都是在化合物中出现的，如氧化硅、二氧化钛等。

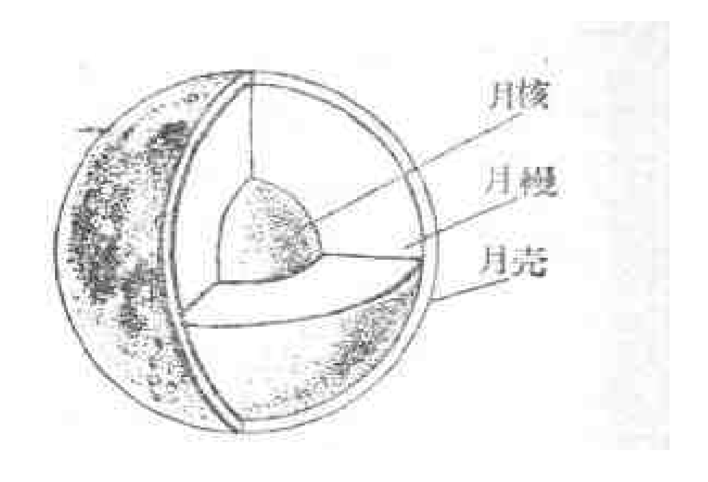
月亮上没有水，没有空气，当然谈不上生物的存在。但从月岩中，仍然可以分离出几种含量很低的氨基酸成分。

月亮是地球的卫星，它们之间有着密切的关系，因此仔细分析月亮和地球上的物质的组成含量，对于研究月亮和地球的起源与演化都是非常重要的。

月亮内部的构造是怎样的？

月亮是离地球最近的天体，它的内部构造是怎样的？长

期以来是个谜。六十年代以来，在劳动人民生产实践基础上，科学技术飞跃发展，人们取得了一系列直接测定和研究月亮物质的新资料，这个谜才逐渐解开了。



月亮直径为3476公里，是地球的四分之一，质量为地球的八十一分之一。月亮内部的密度与月亮平均密度相差并不大。因此，从物理性质讲，月亮是由很均匀的物质构成的。

人们把地球的构造分成地壳、地幔和地核三部分。同样，月亮内部构造也可以分为月壳、月幔和月核。有人提出，月壳只有65公里左右；也有人认为，月壳可能占月亮半径的7～10%。月壳之下也有月幔，从月震的信号，可以说明月亮在900公里深度以下都是坚实的。另外，人们从大块陨石撞击得出的月震数据中，初步证明月亮可能有一个小的月核，估计位于约1000公里的深处。关于月核的状态，有人认为它全部是固体的；有人则认为它部分是熔融状态的，现在还没有定论，需要更多的月震数据，才能查明月核的构造。

如同地球上有地震一样，月亮上也有月震，只不过规模和次数都比不上地震，地球上每年要发生500万次以上

的地震，而月亮每年约有1800次月震。月震震级比地震震级要小得多，每年由月震释放的能量只有地震的10亿分之一。月亮上，还经常发生成群的小月震，大约每两小时以至数天发生一次。这些小月震，很可能是月亮内部应力持续进行微小调整的结果。另外还有一种月震，它是在一定震源发生的周期性月震，往往是在它离地球最近时重复发生震动。这种月震释放的能量，占整个月亮上月震的80%。

在太阳系起源和演化的研究中，过去人们只能得到地球上直接测定的地质和地球内部构造的资料，如今已有月亮上直接测定的月质（月亮地质）和月亮内部构造的资料了。对于太阳系历史的研究来说，这是一个巨大的进展。人们已经发现月亮和地球内部结构的相似情况，还测定了有的月岩的年龄已达41亿年，这和有些地岩的年龄很接近，这就说明月亮和地球差不多是同时形成的。这些资料，对今后研究太阳系的起源和演化都是很有价值的。

月亮和行星上有没有无线电波？

1946年当人们用一架射电望远镜对准月亮时，接收到了波长为1.25厘米的无线电辐射。这可真是件新鲜事儿。月亮自己不发光，它主要是反射太阳光而发亮的。那末，从月亮上接收到的无线电波又是从哪儿来的呢？

为了解决这个谜，科学工作者就用各种各样的波长，测量月亮上来的无线电波强度同月亮的圆缺变化之间的关系。得到的结果是：月亮射电辐射的强度在一个月中的变化，要比"光"(我们肉眼所能见到的光)的强度在一个月中的变化小得多，而且，射电辐射最强的时候并不是在农历十五(满月)那一天，而是在以后的三、四天中。其次，波长越长，上述这个特点就越明显。这个结果说明了，从月亮上来的无线电波主要不是反射太阳的无线电波，而是由它自身辐射出来的。

可以这样说，任何一个物体，都能辐射出一些"波"(或光波，或电波，或红外波)。辐射本领的大小，同物体的温度以及物体本身的特点有关。一般地讲，物体吸收能量的本领越大，辐射的本领就大；物体的温度越高，辐射的本领也就越大。从月亮上接收到的无线电波就是这种辐射波，称为热辐射。

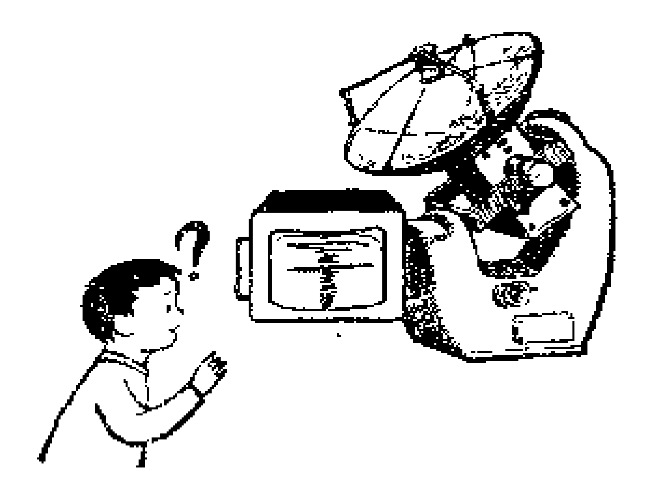
月亮无线电辐射的研究告诉我们：月亮表面上覆盖着一层物质，类似地球上的尘埃、干燥的沙子以及多孔的岩石。它们对于无线电波是半透明的。就是说，无线电波可以透过去，为底层所吸收，而且波长越长，透过的深度就越大。同样，月亮内部的热辐射也可以透过月亮表面辐射出来。

月亮是地球的卫星，它可以辐射无线电波，那末其他行星上也能辐射无线电波吗？当然能！科学工作者已经不止



一次地接收到各大行星上发出的无线电波了。特别是对木星射电观测，还收到了太阳系的多数行星都不会产生的射电爆发（这种爆发的现象不能用热辐射来解释），这对天文工作的研究是很有价值的。木星上的射电爆发类似于太阳上的射电爆发，也就是说无线电波能在短时间中急剧地增强。这种爆发可以持续几分钟到几小时。最近从空间探测的资料表明，木星内部有大量的能量辐射到木星外面去，它的能量要比木星从太阳得到的能量约大2倍。而其他的行星，除土星内部辐射的能量稍大于从太阳吸收的能量外，其余却主要都是从太阳取得能量。木星为什么会产生这种现象的原因，目前尚未弄清楚，有待进一步探讨。

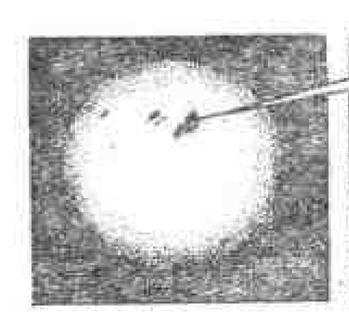
人们对金星的射电观测也得到了一些有价值的结果，它的射电温度达到了绝对温度450～600度之间，短波测得的温度低，长波测得的温度高。



通过对行星和卫星的射电观测，为解决太阳系的起源和演化问题积累了丰富的资料，特别是对木星的射电观测，发现了木星有类似于恒星的一些令人惊奇

的特点。随着科学事业的迅速发展，随着对太阳系现状的深入了解，太阳系的起源和演化问题是可以逐渐探索清楚的。

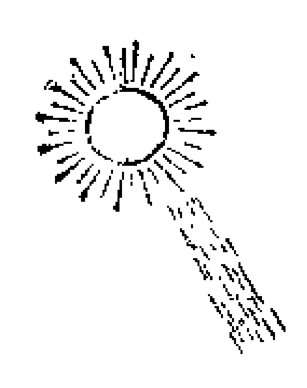
为什么要研究太阳？





太阳是太阳系的中心，对于地球和我们人类，太阳是一颗最重要的恒星。几十亿年以来，太阳一直以象现在的光和热普照大地。在太阳的温暖怀抱里，我们地球上的生命才能够出现（当然还有其他条件，如空气、水等），并且不断地进化演变，发展到人类和其他各种各样的生物，形成今天万物生长的世界。

地球是太阳系里的一颗行星。太阳上的微小变化，对于地球都有很大的影响。例如：太阳黑子的 11 年周期，对降雨量和温度的升降趋向，都有一定的影响。太阳上突然出现的耀斑，会引起一系列的地球物理反应，并会造成无线电短波信号的突然衰减或突然消失，持续时间可长达数小时之久，这就影响了正常的短波通信和短波广播。大耀斑还会威胁人造空间飞行器和宇宙飞行人员的安全，以及引起地球磁场的突然扰动和奇丽的极光出现。



不仅如此，太阳还是一个巨大而特殊的物理实验室。太阳的直径是地球直径的109倍。为了维持太阳的强大辐射，在太阳核心处，进行着热核反应，使得太阳这一区域的温度高达1500万度左右，压力达到1000亿个大气压左右。太阳表面的温度也接近6000度（炼钢炉内的温度是2000度左右）。所以太阳跟一般的恒星一样，是一个巨大的、内部进行热核反应的、高温和高度电离的气体球。这些物理条件，在地面实验室里目前是不能完全实现的。所以，深入了解太阳，可以促进我们去探索新的物理领域。

研究太阳的重要性，还在于太阳是离我们最近的一颗恒星。对地球上的观测者来说，太阳又是一颗唯一的能观测到它表面上细节的恒星。通过光学仪器和无线电仪器，我们可以对太阳表面的大气结构、化学成份、物理状态、磁场分布、能量传输等等进行细致的研究。从而由个别到一般，去掌握一般恒星的物理本质，同时，在对太阳及其行星系统积累了丰富的观测资料和分析、研究的基础上，使我们有可能以科学的方法去研究太阳内部结构、太阳的起源和演化



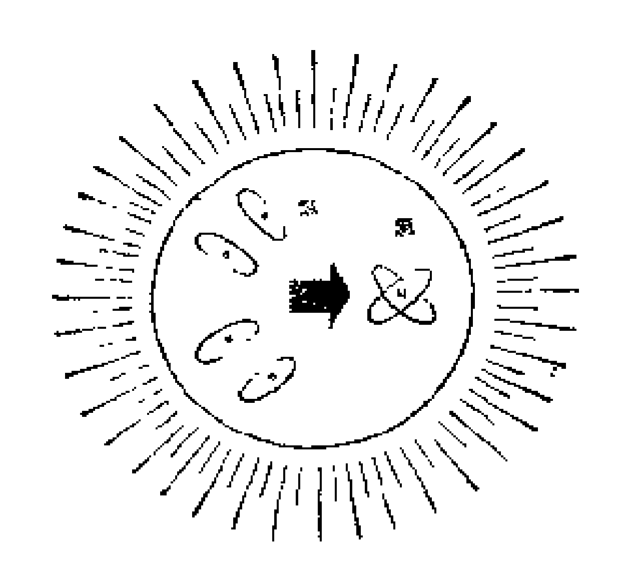
以及太阳系的起源和演化。这对于人类了解其他天体的起源和演化具有很重大的意义。

解放后，在党中央、毛主席的亲切关怀下，自力更生，奋发图强，我国太阳物理工作从无到有，得到了蓬勃的发展，先后自行设计安装了射电望远镜、射电干涉仪、太阳望远镜、太阳单色望远镜、太阳光谱仪等等。文化大革命期间，在毛主席的革命路线指引下，在党的一元化领导下，不但开始了太阳磁场的测量工作，而且全国统一组织了一支科研队伍，克服种种困难，对1968年9月22日发生在我国新疆西部的日全食进行了比较全面的观测，获得了丰富的资料。1976年4月29日我国科学工作者，又在喀拉昆仑山海拔5200米的观测点上，全部用国产仪器设备，首次独立自主地进行了一次综合性的日环食观测，获得了重要成果，为我国天文科学普及事业作出了新贡献。

为什么说太阳是一颗恒星？

什么是恒星？简单地说，恒星是质量很大，而且自身能发光的星球。

行星中的火星、金星，卫星中的月亮，看起来它们也很明亮，其实这么亮的光辉并不是它们本身发出来的，而只是反射了太阳光。因为这些天体离地球很近，所以我们看



上去都很明亮。

太阳却不同，它自己能够发出巨大的光和热，它的质量也很大，是地球质量的33万倍。对整个太阳系来说，太阳质量占整个太阳系质量的99.86%，它以压倒的优势成为太阳系的中心天体。因此，我们说太阳是一颗恒星。

太阳究竟能发出多少能量呢？它每秒钟要发出80亿亿亿卡的能量，其中只有约20亿分之一的能量落到地球上，也就是地球向着太阳的那半球每秒吸收了4亿亿卡的能量。如果将这4亿亿卡能量全部用来加热摄氏零度的水，则每秒可以“烧”出4亿吨的开水，相当于地球上每个人每秒钟都可分到100公斤的开水。因此，太阳给我们带来了温暖，带来了光明。

如此巨大的能量是从哪里来的呢？通过长期研究和大量工作，发现在太阳和其他恒星内部进行着巨大的热核反应。在太阳的内部不断地由四个氢原子聚变为一个氦原子而释放出大量能量，正由于太阳的内部进行着大规模的热核反应，所以它表面的温度就高达6000度，中心的温度更高，约为1500万度。然而，行星、卫星的内部都根本不可能发生热核反应。由于它们没有热核反应作为能源，所以，行

星、卫星的温度与恒星比较起来要低得多，它们除了核心部分是温度较高的岩浆之外，表面层都是低温的固体壳层。这就是恒星与行星、卫星的一个本质差别。

在恒星中，太阳的亮度、大小、密度、年龄等方面，都是一颗比较标准的中等恒星。可是看起来它却与众不同，远远比其他恒星要亮和大不知多少倍，这是由于在恒星中太阳离地球最近，太阳光只要经过500秒钟就能到达地球。可是除太阳之外，其他恒星离我们地球最近的，它的光也要走四年多，才能到达地球，比太阳要远27万倍。距离我们这样遥远，所以，其他的恒星，我们看起来只不过是一颗闪闪发光的星星而已。

太阳为什么会发出光和热？

太阳是离开我们地球最近的一颗恒星。它为什么能够发出这样强烈的光和热呢？弄清楚这个问题，也就揭开了恒星为什么会发光的秘密。

人们最初以为太阳只是一团炽热的气体，在辐射出光和热的同时慢慢地变冷。如果是这样的话，在5000年内它的温度就要明显降低，并再也不能发射如此巨大的光芒了。而事实并非如此，从太阳起源到现在约50亿年的时间里，它保持着基本相同的辐射功率，差不多没有什么大的变化。



那末，假如太阳是一大块煤，它能燃烧多久呢？我们先不去管它从哪儿取得氧气帮助它燃烧，也不管它烧剩的灰烬怎么处理，根据计算，它只能烧 4600 年。后来，人们又想到，宇宙空间大量流星物质落入太阳，和太阳的大气摩擦生热，可能就是太阳辐射的能源。如果真是这样，那太阳所需要的流星物质实在是太多了，和观测到的流星物质情况无法比拟。这一次解释太阳能源的尝试又失败了。

十九世纪五十年代，有人提出了另一种想法：认为太阳是一团炽热的气体，它在缓慢地收缩，靠它收缩产生的热能，使气体加热，输出巨大的能量。这就象打气筒里的空气，经压缩后变热的情况一样。不过根据计算，太阳的直径要每年收缩约 100 米，才能维持这样巨大的辐射。即使太阳最初的直径和现在冥王星的轨道一样大，收缩到现在这样的直径，最多也只能补偿 2000 万年的消耗，而太阳的年龄远远不止 2000 万年。因此收缩也不可能是太阳能量的长期来源。

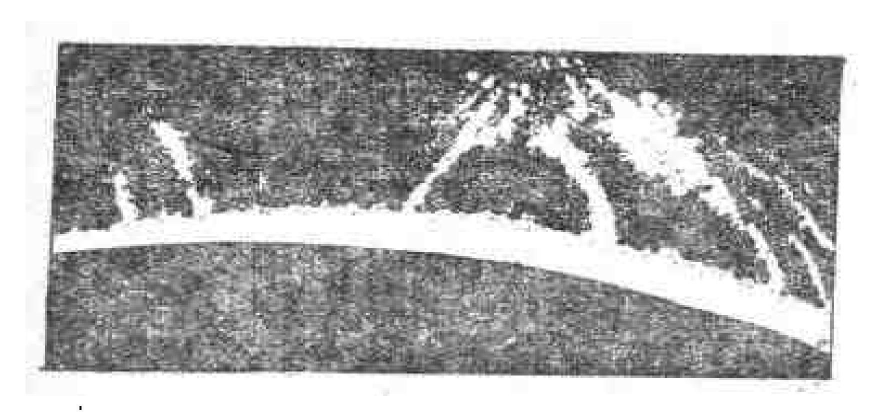
随着生产的发展和科学的进步，在本世纪三十年代，太阳的能源终于弄清楚了。原来是由于它内部进行着剧烈的热核反应，束缚在原子核中的巨大能量，迅速地释放出来，维持着太阳的巨大辐射。太阳象现在那样，通过剧烈的热核反应释放出光和热能，至少已经进行 50 亿年了。

但是“**客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。**”随着三大革命运动的迅猛发展，新的天体，新的能源在不断发现，更多的新问题在等待着人们去认识，去解决。

原始的人们从闪电击烧森林的现象学会了利用火，掌握了钻木取火、燧石取火。同样地，本世纪三十年代弄清楚太阳能源，使人们联想到我们能否在地球上模仿太阳上的热核反应，取得能源为人类服务，这就是正在发展中的受控热核反应。可以预料，对天体辐射能源的研究，将使人们认识并获得新的能源。

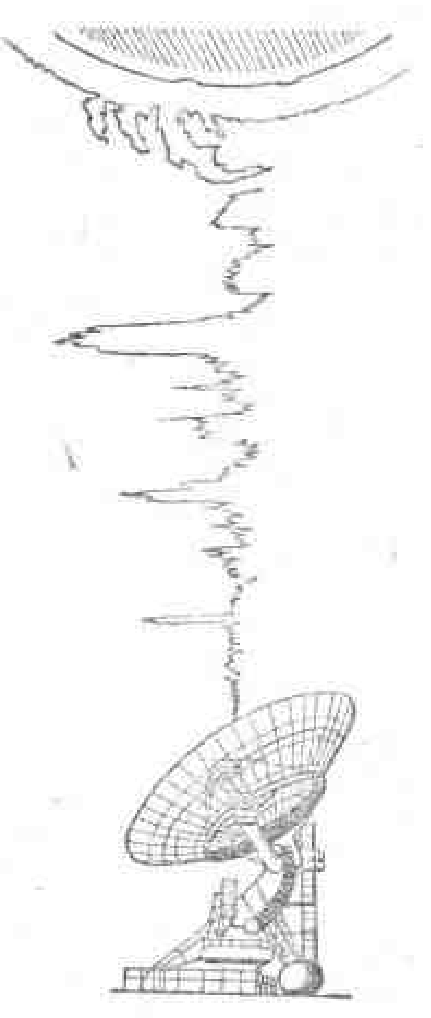
为什么太阳会发出无线电波？

太阳发出强烈的光和热，这是人类有史以来都知道的。而人类发现太阳发出无线电波，却是本世纪四十年代的事。由于雷达技术的进步，1942 年首次接收到来自太阳的无线电波，当时没有发表，直到 1944 年才公开了这个消息。开始



日珥

观测时，人们所用的仪器非常简单，只能记录到日面上无线电总流量，不能分清日面上各部分发出的无线电波有什么不同。以后人们逐渐把射电望远镜的口径加大，同时采用几架射电望远镜连接成射电干涉仪进行观测，就能够分清日面上各部分活动区发出的无线电波了。



那末，太阳为什么会发出无线电波呢？按照物理定律，具有一定温度的物体都会发出无线电波。例如日光灯，就是会发出无线电波的物体，只是它的温度太低，发出的无线电波很弱，所以我们觉察不到。这种发出无线电波的方式，我们叫做“热辐射”。物理学上已经证明，发出无线电波的强度是与发射源的温度成正比的。就是说，温度越高，发出的无线电波就越强。太阳是一个高温的气体球，它的大气分三层：通常我们看到的是太阳表面发光的一层

叫光球层；太阳最外面有一层温度高于100万度的大气，叫"日冕（miǎn）"；在"日冕"与光球之间的一层，叫做"色球层"，它的温度达几万度。太阳光球层所发出的无线电波，被它上面的色球层和日冕阻挡住了，我们在地面上观测不到，我们只能观测到从色球层和日冕所发出的无线电波，人们称它为"宁静太阳"射电辐射。在日冕中存在高密度区域，叫做"日冕凝聚区"，温度高达200万度以上，它发出缓慢变化的无线电波，这和上面所说的色球层和日冕发出的无线电波一样，都是高温气体以"热辐射"方式发射出来的无线电波。

有时，我们还会观测到太阳无线电波突然增强，这称为"射电爆发"，大爆发的强度一般是宁静太阳射电的几百万倍。出现大爆发的日面局部区的有效温度有时高达几十万亿度！这是由于太阳黑子附近的耀斑爆发时所引起的。太阳射电爆发的辐射，是一种不能用热辐射来解释的物理现象，因而叫做非热辐射。

研究太阳发出的无线电波，可以对日面上各层次、日冕凝聚区太阳的黑子群及耀斑爆发现象等有更深入的了解。现在，人们利用太阳无线电波穿透云层的本领比可见光强的优点，制成了厘米波段的太阳射电六分仪，使用这种仪器可在各种恶劣气候下用于导航。

为什么能知道太阳的年龄?

到目前为止，在所有的天体中，人们只能比较准确地知道地球的年龄。这是由于我们生活在地球上，可以通过各种方法，对地球的年龄进行测定。较为可靠的方法，是1963年通过地壳铅同位素含量的分析，确定了地球的年龄大约是46亿年。

能不能用这种方法知道太阳的年龄呢？这是不行的。要测定需要取样，我们不可能跑到太阳上去取一块物质，来测定太阳的年龄。但是我们可以通过各种计算方法，来比较可靠地估计出太阳的年龄。

首先我们从太阳系起源的星云假说中知道，太阳和九大行星是由同一块原始星云凝聚而成的，所以它们形成的时间是相近的。由于太阳位于太阳星云的中心，中心收缩得比较快，很可能先形成原太阳，再形成各大行星。这样，可以说太阳最多不过比地球的年龄大一些。

其次，我们还能通过计算太阳内部结构，来估计太阳的年龄。

根据现有的恒星演化学说，我们知道，恒星内部一旦开始进行热核反应，它就进入了一生中相对稳定的时期，即"主星序"阶段。在天体物理研究中，一个天体含有物质的

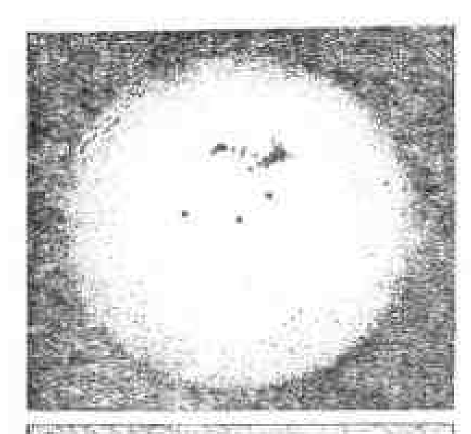
多少称为质量，质量大的恒星演化快，在这个阶段的时间短；质量小的恒星演化慢，在这个阶段的时间长。我们已经知道太阳的质量是 2000 亿亿亿吨，经过一系列的计算后，就可以了解它大约能在主星序阶段度过 100 亿年的漫长时间，而且可以知道现在它已度过了约 50 亿年。一般讲，星际云凝聚成恒星的胚胎，所用的时间不过几十万年左右，至于收缩阶段，太阳也只经过 4000 万年左右，加上这些原太阳凝聚和收缩的时间，太阳的年龄大约是 50 亿年。

现在，根据已知的地球年龄，和理论估计的太阳年龄，我们可以比较有把握地说，太阳的年龄在 50 亿岁左右，它正处在强盛的壮年时期。这样精力旺盛的状态，大约还可以再保持 50 亿年以上呢！

太阳上的黑子是怎么一回事？

在漫天浓雾和风沙蔽日阳光较弱的日子里，我们有时可以看见太阳上有黑点。这黑点就是太阳黑子。

太阳黑子的形状不很规则，但大多数是圆形，或椭圆形的。黑子通常有很黑的核心，称为“本影”，周围有一个较亮的环包围着，称为“半影”。黑子有时看上去只有一小点，有时单个儿出现，有时却成群出现。最大的黑子群直径有地球直径的十多倍，但由于太阳直径是地球直径的 109 倍，所




以即使是最大的黑子群，它的面积也不会超过我们所看到的日面上面积的1%，不会影响太阳的光辉。太阳黑子的寿命也各不相同，有的在日面上出现一天就消失了，有的却可存在好几个月。它也有磁场，那可比普通的磁铁要大得多。据观测所知，黑子的面积越大，它的磁力也就越强。

太阳上的黑子是怎么一回事呢？

我们知道太阳是一个炽热的大火球，它表面的温度有6000度，可是密度极小，只有水的100亿分之一，而越向深处，它的温度就越高，中心处高达1500万度以上；密度也越大，是水的110倍。由于内外温度和密度相差如此巨大，这就引起了太阳物质的大规模运动。黑子就是太阳物质运动之一。根据观测知道，黑子是一个巨大的旋涡状气流，里面物质的运动速度每秒达到一、二千米，象是太阳表面上的“风暴”。因为它的温度只有4500度，比太阳表面温度低，这样看上去，黑子就显得暗弱一些，就象在光芒夺目的太阳表面上长了黑斑。

西方在公元九世纪初才开始注意到黑子现象。当时认为是行星凌日，就是说有一颗行星正好经过太阳与地球之

间，在太阳上投下了影子。到了十七世纪，1607年著名的天文学家刻卜勒看到了太阳黑子；1610年另一位著名天文学家伽利略用望远镜看到太阳黑子，开始他们也都误认为是行星凌日。



我国的太阳黑子记录，比外国都早，而且十分明确地认为它是太阳本身的活动。如《汉书·五行志》记载："河平元年二月乙未，日出黄，有黑气，大如钱，居日中。"河平元年是公元前28年，比西方最早的黑子记录要早800多年。而且当时的记录已经十分明确的指出这是"黑气"，有大小(如钱)和位置(居日中)。

事实上，早在这次记录之前，我国就早已发现了太阳黑子现象。约于公元前100年成书的《淮南子·精神训》里就记载着："日中有踆[qūn]乌。"在更早的神话传说中还有不少太阳里面有三趾乌的记载。

我国关于太阳黑子的记录不但早，而且多，仅二十四史中就有一百多次太阳黑子的记录，有日期，有位置，有各种形状："如枣"．"如卵"，"如飞鹊"；还有变化，如"数日而伏"，"数月而灭"，"日赤无光"，"昼昏日晡[bū]"等。

我国古代的这些关于黑子的记录，对于研究和了解太阳活动的长期变化是很珍贵的资料。得到世界天文学界的

重视。

研究太阳黑子，可以使我们了解太阳表面的变化，以及它对地球所产生的影响。这对长期气象预报、工农业建设和现代科学研究都有重要的意义。

什么是行星运动三定律？

晴夜的天空，繁星点点。抬头望去，在几千颗一闪一闪的恒星中间，有几颗很亮的不闪烁的星星，这就是行星。我们肉眼可以看到金、木、水、火、土五颗行星。

行星在天空中的位置并不是固定的，所以把它们叫做"行"星。它们也确实有些"行踪不定"，大多数情况下，它们相对于恒星从西往东走，但有时又会慢慢停下来，经过"留"的阶段，再从东往西走，这样，它们就在天空中画出一条奇怪的曲线。

行星的运动真是那样不可捉摸吗？不是的。行星在天空中的运动还是有一定规律的。

我国古代劳动人民就已经掌握了一些行星出没的规律。例如：他们发现木星大约每隔十二年在天上转一圈，因此把它称做"岁星"；他们又发现金星总是在黎明或黄昏时在离太阳不远的地方出现，于是就把它称为"启明星"或"长庚"星。

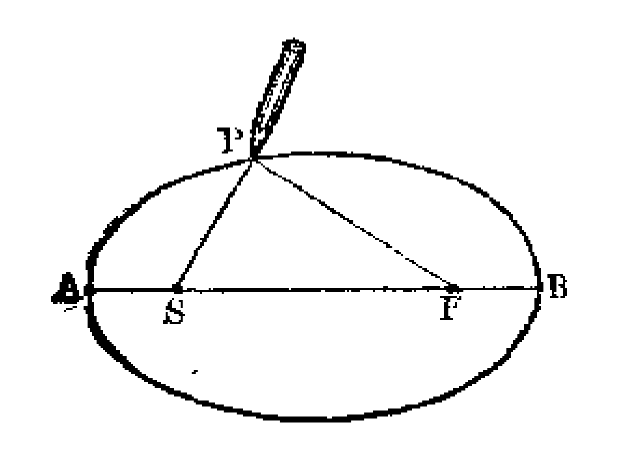
但是在当时，人们要发现行星的基本规律是有困难的。到了十六世纪，随着生产的发展，航海事业也发达了，船只航行在茫茫大海中需要准确地测定船只的位置，就需要知道行星的准确位置，于是要求天文学找出行星运动的规律。而由于科学技术的发展，提高了天文观测的精确度。加上哥白尼的“日心说”逐渐深入人心。这些有利条件就使发现行星运动的规律有了可能。

要认识行星的真实运动，首先要测定它们的距离。如果在地球上用三角测量的方法，对于遥远的星球是无能为力的。即使是一般的天文观测，也只能确定天体运动的方向，不能直接得到它们的距离。而且地球本身也在运动着，这些在客观上为人们了解行星的真实运动带来了困难。

这时，德国天文学家刻卜勒（1571～1630）在前人长期观测的基础上，付出了几十年的辛勤劳动，冲破了当时人们普遍认为天体只能作等速圆周运动的偏见，经过大量的观测实践，继承前人的经验和一些精确的观测资料，取得了对行星运动规律性的认识，总结出了行星运动的三条定律。后来人们为了纪念他，就把他总结的这一科学成果称为“刻卜勒三定律”。

行星运动的三条定律在天文研究上具有十分重要的意义。它发展并补充了哥白尼的“日心说”，并且为万有引力定律奠定了基础。它不仅说明了行星运动规律，而且同

样可以用来解释卫星和人造卫星的运动。



为了说明这三条定律，我们先来画一个椭圆。将两枚大头针S、F钉在一张纸上，再用一条长度大于SF两倍的线做一个圈套在上面，然后用铅笔绷紧线圈画上一个圈。铅笔头P的轨迹就是一个椭圆。S、F形成椭圆的两个焦点，假如把S作为中心，SP就称为向径。AB是椭圆的长轴，它的一半叫半长径。

第一定律是：行星围绕太阳运行的轨道是椭圆，太阳在这个椭圆的一个焦点上。

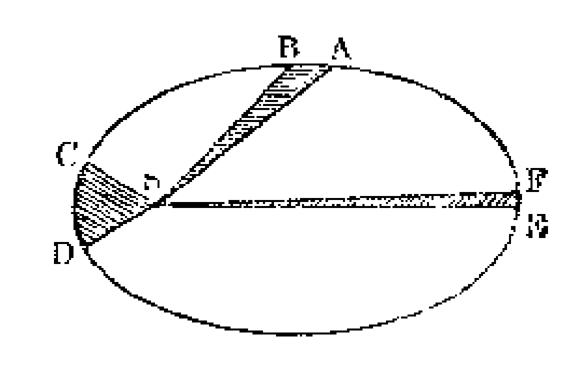
如果把行星绕太阳的轨道缩小在纸上，那就象我们刚才画的椭圆。太阳在大头针S的位置上，铅笔头P就代表行星。

从图上，我们可以看出，行星P在椭圆轨道上各点与太阳S的距离是不同的。椭圆长轴靠近太阳的一端A离太阳最近，另一端B则离太阳最远。A与B我们分别称做近日点和远日点。

这就表明行星与太阳的距离不是始终不变的，例如地球与太阳的最远和最近距离就相差有500万公里。

第二定律是：行星的向径（行星与太阳的连线）在相等时间里所

扫过的面积相等。



在图上，我们假定行星走过的弧段 AB、CD、EF 所用的时间相等，则图中用阴影标出的 SAB、SCD、SEF 三个扇形的面积相等。

我们画72页椭圆时，向径扫过的面积就是纸上铅笔头P与大头针之间的那条线扫过的面积。如果我们在画椭圆时，在 A 附近画得快些，在 B 附近画得慢些，并且在同样时间里使 SP 所扫过的面积相等，那就是行星运动的情况。

就象我们画椭圆时的铅笔头一样，要使 SP 在相等时间扫过相等的面积，行星环绕太阳公转的速度就不能始终不变，在近日点 CD 弧段时速度最快，在远日点 EF 弧段时速度最慢，而在 AB 弧段时就以平均速度运行。

我们仍以地球为例，它公转的平均速度是每秒 29.8 公里，在近日点附近是每秒 30.3 公里，在远日点附近是每秒 29.3 公里。

第三定律是：行星公转周期的平方和它轨道半长径的立方成反比。

前两个定律是对单个行星说的，第三定律把所有的行星联系起来了。它表明行星公转周期是被它和太阳之间的距离所规定的：行星离太阳越远，它的椭圆轨道就越大；它的公转周期也就越长。这就象我们在画椭圆时，椭圆画得越

大，需要的时间就越多。不过，周期和距离不是按同样的比例增长的，周期要比距离增长得快些。

另外，还可以从这里看出行星的公转速度与轨道半长径的关系。那就是行星离太阳越远，就走得越慢。例如：离太阳最近的水星，它的平均公转速度是每秒 48 公里；其次，金星是每秒 35 公里；而在太阳系边缘的冥王星的平均速度每秒还不到 5 公里。

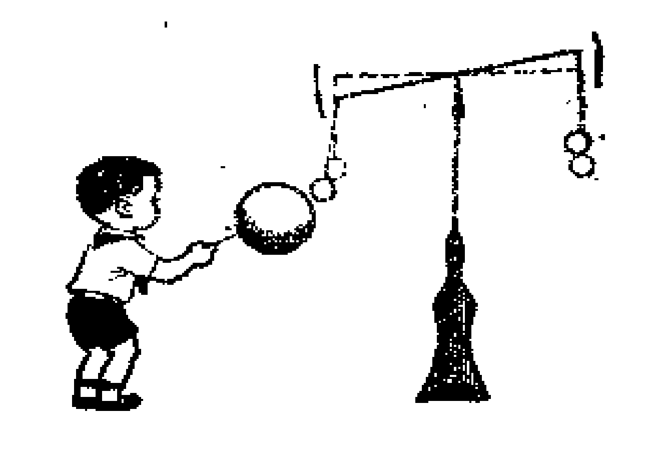
第三定律是比较近似的。这是由于行星的质量比起太阳来是非常小的缘故。

刻卜勒当时并不知道行星为什么要按这样的规律运动。后来，牛顿在他工作的基础上发现了万有引力定律，对这三条定律作出了总结和解释，这就是：**物质互相吸引，其引力的大小与两物体的质量成正比，并与它们的距离的平方成反比。**

为什么天体会互相吸引？

我们先做这样一个实验：把两个小铅球连结在一根很轻的杆子两端，再用一条很结实的细线结在杆子的中央，使杆子水平地悬着，然后拿一个很重的大铅球靠近小铅球。这时候你可以发现一个有趣的现象，由于小铅球受到大铅球的吸引，会使杆子慢慢转过来。当你拿开大铅球时，杆子又

回到原来的位置去了。



这个实验说明了什么呢？它说明一切物体都互相吸引。两个物体之间引力的大小，是与它们质量的乘积成正比，而与它们距离的平方成反比。这就是万有引力定律。

既然一切物体都互相吸引，为什么我们平时不易感觉到呢？原来通常物体相互之间的引力太小了，例如，两个体重60公斤的人，在相距1米时，相互的引力是0.0000245克重，只有一粒米重量的百分之一！这样小的力，我们当然感觉不到。

一个物体如果没有东西支撑它，会掉到地上，这就是因为地球吸引它的缘故。地球对地面上物体的引力，就是物体的重量。

对于巨大的天体来说，它们相互的引力是十分可观的。例如当月亮最靠近地球时，地球对月亮的吸引力是2亿亿吨重。

月亮受到地球这么大的吸引力，为什么不掉下来呢？

我们不妨再做个实验，把一块石头拴在绳子上，然后飞快地抡转绳子，石块就绕着手作圆周运动，我们的手会感到绳子有一股拉力。这个拉力也拉着石块，提供了它作圆周

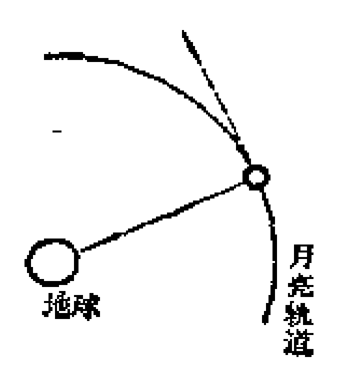


运动的向心力。如果我们放开绳子，石块就顺着它运动的切线方向飞出去了。

月亮以每秒 1.02 公里的速度，在一个近于圆形的轨道上绕着地球运行。这时，万有引力就起着绳子的作用，它将月亮和地球"拴"在一起，为月亮的圆周运动提供向心力。如果没有万有引力，月亮就会沿着它运动的切线方向跑掉，永远脱离地球。

我们也可以换一种说法。就是月亮由于地球对它的引力要落到地上来，但它本身的运动又要离开地球。这两种力量相互平衡，结果月亮就绕着地球运动了。

万有引力定律是在十七世纪发现的。当时正值英国资产阶级革命以后，由于航海事业的发展，大机器的采用，推动了力学和天文学的研究，在生产实践中也积累起大量的资料，为自然科学的发展创造了条件。在这种情况下，牛顿根据刻卜勒关于行星运动三定律，深入研究了行星和月亮的运动，总结提出了万有引力定律。可见，是历史和科学的发展导致了万有引力定律的发现。过去那种所谓牛顿在童年时受到苹果落地的启发，而想出万有引力定律的说法，是非常片面的。



万有引力定律与力学三大定律，是古典天体力学的基础。在今天，太阳系处于相对稳定的时期，用它能够很好地解释行星环绕太阳运行的规律性。用它们来计算天体位置的变化，可以得到相当准确的结果。但我们不能象牛顿那样将它们绝对化了，认为万有引力是支配天体运动的唯一原因。正如恩格斯指出："**如果牛顿所夸张地命名为万有引力的吸引被当作物质的本质的特性，那末首先造成行星轨道的未被说明的切线力是从哪里来的呢？**"牛顿不得不求助于上帝的第一次推动，从形而上学的思想方法走向了宗教的唯心主义。

事实上，自然界的联系是极其多样的。象太阳发出巨量的光和热，是来自热核反应；彗星尾巴的形成，是由于太阳风和太阳光的压力作用；许多大行星上还有磁场等等。这些核力、电磁力等，对今天行星的运动，虽然没有很大的影响，但是，在太阳系演化的历史上，都起过非常重要的作用。因此，可以肯定地说：万有引力不是支配天体运动的唯一力量。

为什么行星与太阳的距离有一定规律？

在太阳系这个大家族里，它的成员都环绕着太阳公转，而且各自与太阳保持着一定的距离。1766 年德国有位中学

教师提丢斯，发现当时已知的水星、金星、地球、火星、木星和土星这6颗行星与太阳的距离有一定的规律，它们可以用有趣的数列来表示，即是：4，4+3，4+6，4+12，4+48，4+96。这个发现很有意义，引起了人们重视。几年后，柏林天文台台长波得，对这条规律作了进一步的论述，人们就把它称为"提丢斯-波得定则"，一般简称"波得定则"。

对上面的数列，如果我们仔细地看一下，就可以发现在第四项和第五项之间少了一项4+24，这是什么缘故呢？当时也引起了人们的注意，是不是在这里还有一颗行星没有发现呢？为了寻找这个"空缺"的行星，天文工作者和天文爱好者花了许多时间，在火星与木星之间进行了大量的天文观测。直到十九世纪初，他们终于在这里发现了一大群小行星，完整地填补了这一数列。

以后，人们按照"波得定则"推算，在土星以外又发现了天王星。天王星与太阳的距离应该是4+192=196，人们实际测得的数值是192，正好接近这个数值。这一事实似乎更证实了"波得定则"有一定的科学道理。后来，人们又在天王星外，先后发现了海王星和冥王星。这就很奇怪了，它们与太阳的距离却不符合"波得定则"。按这条定则推算，它们与太阳的距离应该是：4+384和4+768，而实测所得的数值却是302和395。这两者之间相差多么大，这又是什么道理呢？

伟大导师恩格斯教导我们:“只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难”。天文工作者跳出了那个“定则”的圈子,用辩证的方法进行分析,对行星与太阳距离的规律性又有了新的认识。

原来,两颗相邻的行星,如果它们与太阳的距离比率特别大或特别小,总有一颗行星的质量是特别大或特别小的。例如海王星和冥王星,它们之间的距离特别小,而它们俩的质量却相差得很大,冥王星的质量只有海王星的1/100。随后,人们又发现,在卫星中,绕行星转动的轨道接近于正圆形,而且轨道与行星的赤道面的倾角很小的顺行规则卫星也有这个特点:木卫一和木卫五的距离比率特别大,木卫一的质量就比木卫五大得多;土卫六和土卫五的距离比率特别大,而土卫六的质量也特别大。可见,行星与太阳距离或卫星与行星距离的远近,是与本身的质量有关系的。

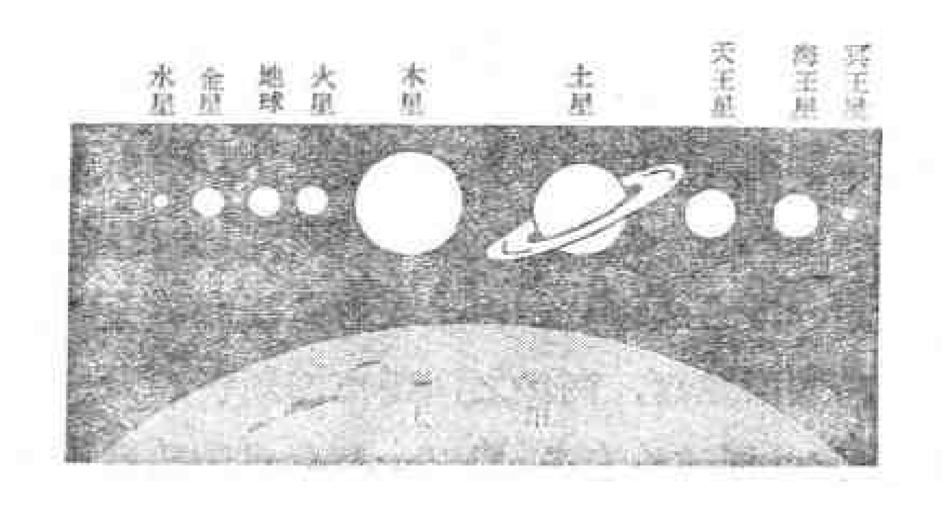
其次,行星是从很小逐渐长大的。行星的胚胎(一块固体)在绕太阳公转时,会把周围的物质逐渐吃掉。当胚胎足够大时,它通过万有引力作用,把四周的质点或小块拉过来。而且在行星胎周围会出现一个禁区,称为“引力范围”,只要质点一进入这个范围,就很可能被行星胎拉过去吃掉,成为行星的一个组成部分。由于引力范围和离太阳的距离成正比,离太阳越远,两星之间距离间隔便越大。另一方面,引力范围又同质量有关,所以一颗行星的质量比另一颗

行星小得多时，距离间隔也相应地减小，海王星和冥王星与太阳之间的距离就是这样。

规则卫星很可能是在行星周围一个扁扁的盘形范围内形成的。它们象太阳周围星云盘里固体块集结为行星一样，所以具有同样的距离规律。不规则卫星，不是在扁扁的盘里形成的，所以不存在距离方面的规律性。

为什么说行星的质量等和太阳有关？

万物生长靠太阳，这是众所周知的真理。通常，这句话是对地球上万物讲的。可是咱们太阳系里还有另外的八大行星，这些行星的"生长"是否也"靠"太阳呢？说得详细一点，也就是说行星的体积、质量和密度的大小是否也和太阳有关系呢？经过人们长期的观测和研究，特别是最近十几年来的工作，对这问题已有了初步认识。



在《太阳系内哪些行星和卫星上有大气》这个题目中(见86页)，有一张关于太阳系九大行星的体积、质量和密度等数值的表格，从表上列出的数值可以看到，水星、金星、火星这几颗离太阳较近的行星，它们的情况都和地球差不多，密度较大，体积和质量较小；离太阳较远的木星、土星、天王星和海王星就不太一样，它们的密度小，而体积和质量却大得多。由此可见这里是有一定规律的。人们认为这些规律和太阳系的形成过程有着密切的关系。

关于太阳系的形成，大多数人认为，太阳和行星是由同一个原始星云形成的。原始星云比我们现在所观测到的太阳系的范围要大得多。由于万有引力的作用，原始星云进行收缩，中心部分密度比外面增加得快，温度也慢慢升高，逐渐形成了原始太阳。同时原始星云在自转，星云收缩得愈小，自转也愈快。这使得星云本身慢慢地变扁了，当赤道处自转产生的惯性离心力等于原始太阳的吸引力时，物质就留在赤道面上，逐渐形成了一个绕原始太阳转动的扁扁的星云盘。

行星在星云盘里慢慢形成的过程中，太阳的光和热对星云有很大影响。星云盘里最初的化学组成和太阳差不多，最多的是氢，其次是氦。但是近太阳的星云盘那一区域在太阳加热下温度很高，氢和氦等容易挥发的元素会很快地蒸发掉。这就象湿衣服挂在热炉子旁边，愈近就愈容易烤

干那样。这些蒸发出来的元素又被太阳的光压和太阳抛出的物质一道赶出太阳系。由于赶出去许多物质，所以留下来的物质所形成的水星、金星、地球和火星等行星的体积、质量就要小一些。而轻的元素，象氢和氦等很快蒸发掉，留下来的都是些较重的元素，象硅、铁、镁及其氧化物，因此它们的密度也就大些。在这几个行星区域的外面，由于离太阳较远，温度也比较低些，星云物质基本上还保留着原来成分。所以在这区域里形成的木星和土星的体积和质量大，而密度小。再往外面，离太阳越远，温度就更低些，太阳对它们的吸引力也小得多，所以这里的氢和氦等要跑掉不少，形成的天王星、海王星和冥王星的体积和质量就比木星和土星小些，但它们的密度较大，这主要是因为它们是由氧、氮、碳以及它们与氢的化合物所组成的。

由此可见，行星的体积、质量和密度的大小是由太阳系的形成而决定的，和太阳有着密切的关系。

太阳系的卫星和行星是同时产生的吗？

自古以来，每当晴夜来临，皓月当空，银白色的光辉撒满大地，月亮就引起人们极大的兴趣和注意。其实，月亮只不过是地球的一个卫星。在太阳系的九大行星中，火星、地球、木星、土星、天王星、海王星等六颗行星都有卫星。到目

前为止，已发现的卫星就有33颗。这些卫星具有许多不同的运动特性和物理特性。例如：最小的卫星——木卫十三，直径只有8公里，最大的卫星——木卫三，直径达5200公里。有的卫星离中心的行星很近，例如木卫五，离木星只有木星半径的两倍半；有的卫星，例如木卫九，离行星的距离却是行星半径的330多倍；有11颗卫星绕行星的转动是"逆行"的，其余卫星则是"顺行"的；大部分卫星没有大气，少数卫星有少量的大气；卫星上的温度、化学成分、密度等也有很大的不同。

这些具有各种不同特性的卫星究竟是怎样产生的呢？自从1610年发明望远镜，人们采用望远镜观测，发现了越来越多的卫星以后，这个问题就引起了人们很大的兴趣。辩证唯物主义者认为："**在特殊性中存在着普遍性，在个性中存在着共性。**"人们正是通过对不同特性的卫星的大量研究，根据某一些卫星的共同特点，大体上可以把它们分为两类：一类是规则卫星。它们大多都在行星赤道平面附近绕行星转动，例如木卫一、二、三、四、五、天王星的卫星等等；一类是不规则卫星，包括轨道偏心率较大，轨道对行星赤道面倾角也较大的较小卫星，例如木卫八、九、十一、十二，土卫九，海卫一等等。月球也是不规则卫星。

看来这两类卫星的形成过程是不同的。现在一般认为，规则卫星的形成较可能是由原始行星周围残余的星云

物质，逐渐集聚而成为绕行星转动的卫星。因此可以认为，规则卫星大体上是和行星同时或稍迟一些产生的。至于不规则卫星，情况就比较复杂。现在一般认为有的同样是和行星同时或稍迟一些产生的；但有一些可能是在太阳系中另外的地方形成的，后来当运动到行星附近，受行星强大吸引而被行星俘获，才成为卫星；另一些也可能是由于小行星碰到了大的卫星，大卫星碎裂而形成的。

总之，不规则卫星不一定是和行星同时产生的。究竟是通过怎样具体过程形成的，还需要人们作大量深入的研究。

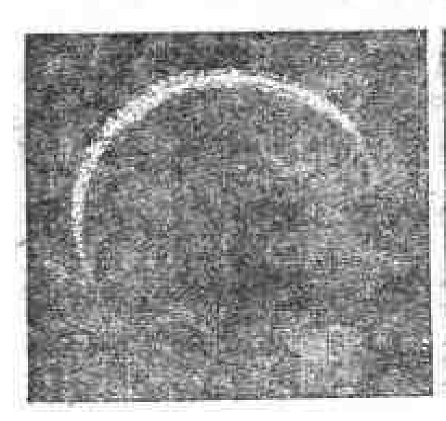
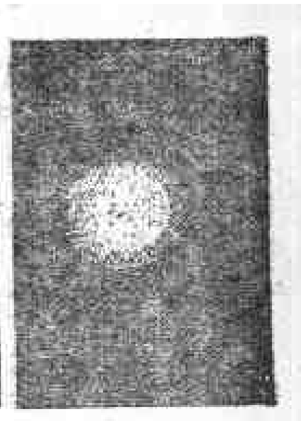
太阳系内哪些行星和卫星上有大气？

我们知道，维持地球上生命运动的三大基本条件是：水、空气和阳光。很难设想，一个没有大气的天体上会有生命存在。

毛主席教导我们：**“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”**

天文工作者累积了几十年的观测资料和最近几年的行星际探测资料，已经知道，在太阳系中，金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星及土星的第六颗卫星都有大气层，

海王星的第一颗卫星上可能有大气层。

金星上有一层稠密的大气层。早在300年前，人们就已经从望远镜中看到，金星也有类似于月亮的圆缺变化。当金星走到地球和太阳的中间，从地球上看过去，有一丝极细的峨眉镶在暗黑的金星圆面周围。这时由于金星自己不发光应当是暗黑的，但是，当金星非常靠近太阳时，这峨层的两角可以连起来，在望远镜里看上去成为一个很细的亮环。

为什么会出现这种现象呢？

这是因为金星上有着很厚的大气层，它散射了太阳光。

现在已经知道，金星大气的主要成份是二氧化碳，约占97%，氧和水不到1%，其余是氮气。金星大气的上层是浓而寒冷的云层，由凝聚的二氧化碳组成。

火星的大气层是很稀薄的。火星表面的大气压只有地球表面大气压的千分之6～7。它的主要成份也是二氧化碳。

木星、土星、天王星、海王星上都有一层稠密的大气层。不少天文工作者拍摄了这四大行星的光谱照片，发现它们高层大气中有着不少的氢、氨、甲烷。土卫六的光谱中也同样发现了氢、氨、甲烷。现在还知道木星大气中有大量的

氦，木星大气中氢与氦的比例竟同太阳差不多呢！

月亮上有没有大气呢？我们在前面已经谈过月亮表面上既没有大气，也没有水分，更没有生物遗迹。

那末，为什么太阳系中有些天体上有大气，有些天体上却没有大气呢？

要解答这个问题，就必须了解一下太阳系中各个天体的状况，然后从中找出它的共同规律来。这样，我们就可以由感性认识跃进到理性认识。

下面这张表列出了太阳系一些行星和卫星的物理条件和有关数据。

星球	质量（地球=1）	直径（公里）	离太阳距离（亿公里）	体积（地球=1）	密度（水=1）	大气	逃逸速度（公里/秒）	保持大气能力
水星	0.055	4850	0.579	0.054	5.43	无	4.2	3.0
金星	0.815	12140	1.082	0.88	5.20	有	10.3	9.6
地球	1.000	12756	1.496	1.000	5.52	有	11.2	11.3
火星	0.108	6790	2.279	0.149	3.95	有	5.0	5.7
木星	317.83	142600	7.783	1316	1.34	有	61	92
土星	95.2	120200	14.27	755	0.70	有	37	64
天王星	14.5	49000	28.70	52	1.58	有	22	45
海王星	17.2	50200	44.97	44	2.30	有	25	56
冥王星	0.17	6400	59.00	0.1	7.7	？	6.5	27？
月亮	0.0123	3476	1.496	0.020	3.34	无	2.38	2.4
土卫六	0.0229	4880	14.27	0.056	2.25	有	2.90	6.0
海卫一	0.0234	3800	44.97	0.027	4.87	有	4.76？	6.6？

仔细分析这张表，我们发现了一个有趣的情况：大的

星球周围总有一层稠密的大气；小的星球周围一般是没有大气的。这是为什么？原来是万有引力在起作用。质量越大，半径越小，星球表面附近的引力就越大。任何一个物体要脱离这个星球，不再回来，需要花的力气也就越大。物理学上是用逃逸速度来表示的。也就是说，任何一个物体，它的速度如果小于逃逸速度，那末它就永远也不能脱离这个星球。

气体分子在不断地运动着，温度越高，它的运动速度就越大，气体分子就比较容易从星球上逃走。我们也知道，太阳是一个非常大的燃烧着的火球，离它越近，温度越高。因此，太阳系中各行星(卫星)上的温度，一般决定于该天体与太阳的距离(由于木星自身能辐射出大量的能量，木星表面的温度要高出计算值约 30 度左右)，行星或卫星与太阳的距离越大，温度越低。天文上根据天体的逃逸速度和天体离开太阳的距离，定出了天体保持大气能力的数值。

从前面的表中可以看出，凡是保持大气能力大于 5 的星球上都有大气。只有冥王星，由于它在九大行星中与太阳的距离最远，从 1930 年发现到现在它还没有走完绕太阳运动的一周，所以对它的测量数据还不够精确，根据现有数据计算，它保持大气的能力较大，但冥王星上究竟有无大气还有疑问，不能作最后的肯定。

要研究行星和卫星的来龙去脉，首先必须了解它们的

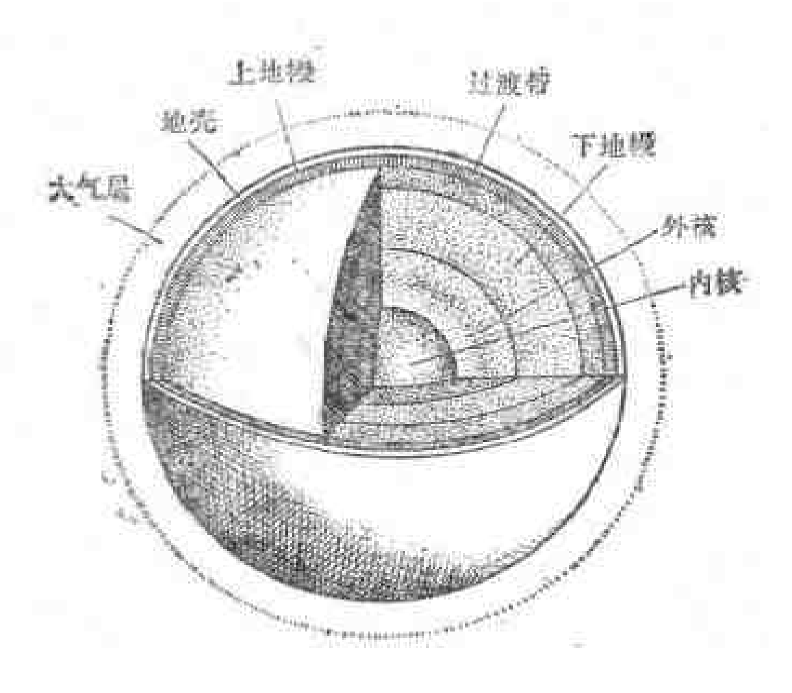
现状，各颗行星和卫星有没有大气？有大气的话，又是由哪些成分组成的？它们的比例如何？这些都是需要了解清楚的，只有广泛地掌握了各方面的材料，才有可能深入地研究太阳系的起源和演化。

行星内部的物质状态是怎样的？

在太阳系内，除了对地球尚有比较直接的了解以外，对其他行星内部构造和物理状态还是知道得很少的，一般只能根据行星的质量和大小，从理论上进行推算。事实上，地球的内部到底是怎样的？目前也还有不少问题没有弄清楚，还需要继续进行科学研究。

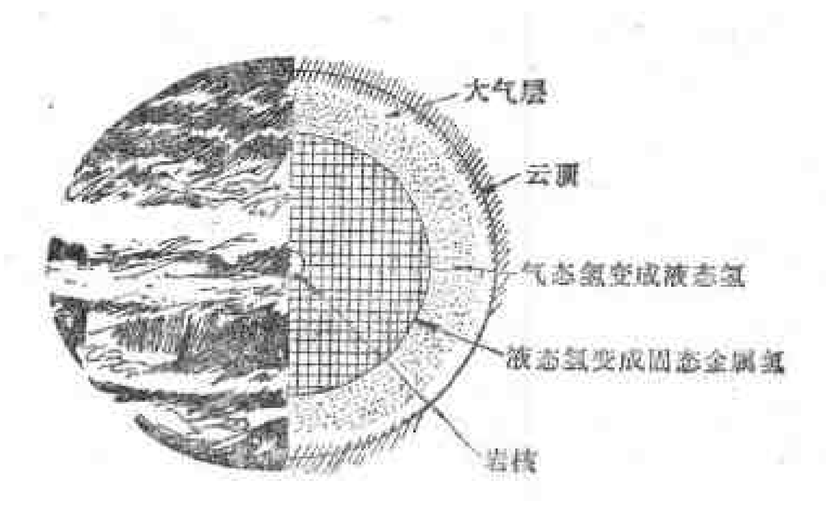
行星可分为两大类：一类叫类地行星，包括水星、金星、地球和火星；另一类叫类木行星，包括木星、土星、天王星和海王星。它们的内部构造也相应地分成两种类型，现在我们以地球和木星为例，来分别加以说明。

先谈谈地球吧，我们人类世世代代在这个星球上居住着，对它的表面是熟悉的，这里有一泻千里的江河，有郁郁葱葱的山峦，有海洋，有沼泽地，有花草鱼虫，有飞禽走兽……但地表以下又是怎样的呢？我们从火山爆发时所喷出来的岩浆，可以知道地球内部的物质状态，同地球表面是大不一样的。



地球的内部构造

人们通过对地震的研究，已经知道地球内部的大概情况。从地球表面算起，到玄武岩底层为止，叫做“地壳”。地壳厚度在不同地区是不一样的，大陆上地壳的平均厚度为44公里。地壳上部是含硅和铝较多的岩石，下部是含硅和镁较多的岩石。在地壳下面，叫做“地幔层”，约有2900公里厚。因为地幔的深处承受着更大的压力，所以地幔物质状态既不是稀薄的液体，也不是坚硬的刚体，而是塑性体，它以半熔融状态缓慢地流动着。地幔以下就是地核，里面的物质是熔化了的重金属，可能是铁和镍所组成的



木星的内部构造

木星的密度

很低，近年来空间探索证实它的主要成分是氢和氦。原来，木星是一颗由液态氢构成的巨大星球，除了有一个很小、可能是熔融的岩核以外，没有探测到有任何的固体表面。木星大气中82%是氢，17%是氦，其他成分仅占1%左右。这层大气层的厚度约有965公里。在木星云顶之下965公里处，气态氢在摄氏1999度的温度和巨大压力下，变成为液态氢；大约在25000公里的深处，液态氢在摄氏11000度的温度和300万个大气压下，变成固态金属氢。

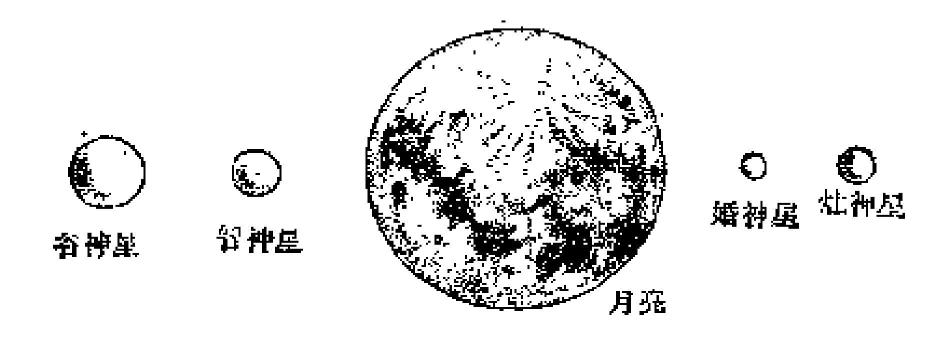
根据现在的了解和认识，类地行星的化学组成，是以硅、铁、镁以及它们的氧化物为主。水星、金星和火星它们的体积小，质量也小，可是密度很大，有点类似地球，所以称为类地行星。水星的体积和质量只有地球的6%，金星的体积和质量是地球的80%，火星的质量只有地球的10%，火星的平均密度为水的4倍，水星、金星和地球的平均密度都在水的5倍以上。类木行星中的木星和土星，氢和氦挥发得很少，基本上保持了原始星云的化学组成，内部是处在高温高压下的液态氢。而在土星轨道外面的天王星和海王星，氢和氦多数跑掉了，化学组成以氧、氮、碳及其和氢的化合物为主。它们的体积和质量都比较大，有点类似木星，因此称为类木行星。木星的体积和质量都是行星中最大的。它的体积是地球的1300多倍；质量是地球的300多倍；平

均密度比水稍微大一点。土星的体积是地球的755倍；质量是地球的95倍多；平均密度比水还要小。天王星和海王星的体积分别是地球的52和44倍；质量分别是地球的14.5倍和17倍；平均密度分别是水的1.6和2.3倍。

那末，冥王星的情况又是怎样的呢？就冥王星的距离、表面温度来说，它和类木行星相似；但是，从冥王星的大小、质量、密度和自转速度来说，都和类地行星相似。因此，根据现有观测资料还很难断定它是属于哪一类。由于已知的资料还很不完全，所以对于它的内部物质状态也还不清楚。

小行星是怎样演变的？

在《为什么行星与太阳的距离有一定规律》这个题目中谈到，按照波得定则，在火星与木星轨道之间离太阳3.8天文单位的地方，应该有一颗大行星。十九世纪之前，天文工作者一直在寻找它。1801年1月1日，天文工作者发现了第一颗小行星谷神星，填补了波得定则在火星与木星之间的空白。从这以后，小行星简直象连珠炮似地一颗又一颗被人们找到了。现在用一架几米直径的望远镜，一下子就可以拍摄到几十颗小行星。如要作个简单比喻的话，可以说我们是从持竿钓鱼进步到拉网捕鱼了。到1975年为止，已经



最大的几颗小行星和月亮比较

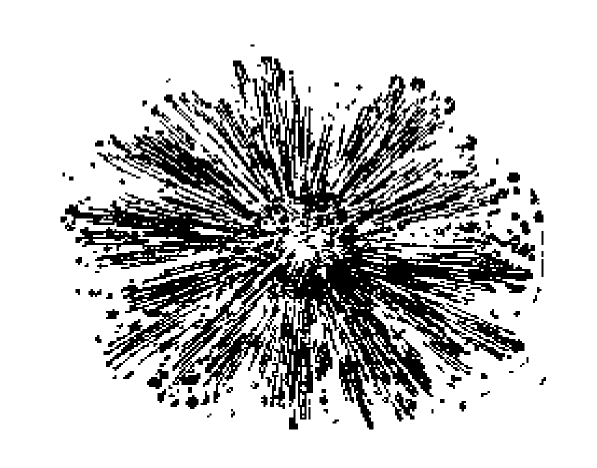
有 1966 颗小行星被我们发现了，并且已经算出了它们的运行轨道，可以预报它们什么时候再回来。这些小行星，最大的直径达 700 多公里，最小的直径只有几百米。而且它们的形状多种多样，有的圆，有的扁，有的是长条，有的一头大一头小，还有的象哑铃。就象许许多多大大小小形状各不相同的石块在天空中飞行着。

人们不禁要问：为什么在火星与木星之间的广阔地带，运行的不是一颗大行星，而是这样多的小行星呢？

许多年来，天文工作者也一直在探索这个问题：这些小行星是怎样形成的？小行星是构成大行星的原始"细胞"，还是大行星破裂以后的"残骸"？还是两者兼而有之？

从累积了 100 多年观测小行星的资料中，已经知道小行星的体积和质量都是很小的。最大的小行星的直径也只有地球直径的二十分之一。现在所知道的小行星的总质量还不到地球质量的千分之二。小行星的形状一小部分是球形，大部分是不规则形的。不规则形的小行星，似乎是大星体相互碰撞，或由于其他原因发生破裂后的残骸。而且"破

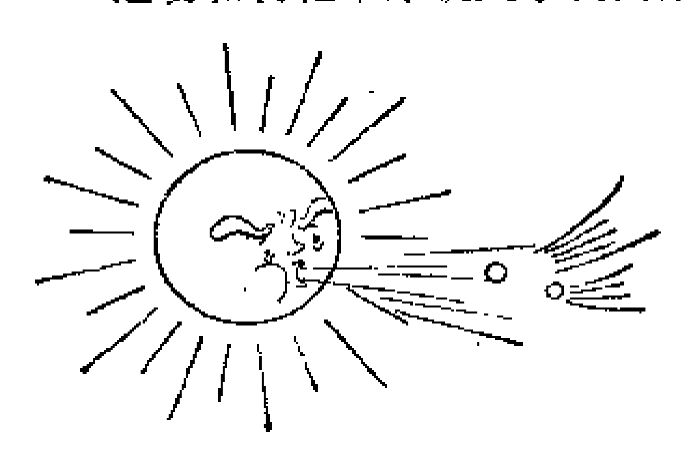
裂”现象在天文上也观测到不止一次了。如陨星撞到地球和月亮等大天体的表面上而破裂为碎片等等。这一些现象都支持了小行星的“破裂”说。



可是，又发现有几颗最大的小行星是球形的，这就不可能是“破裂”后的产物了。于是人们对小行星运行的轨道进行了分类统计，发现小行星可以分成若干“族”和“群”，某些具有相似特征的小行星形成集聚区。根据这些情况人们提出了另一种看法，认为小行星是由太阳系中气体尘埃、等离子体集聚而成的，并且正处在形成大行星的过渡阶段。

以上的这两种看法，争论不休，相持不下。有人又提出了另一种意见，认为有一部分小行星属于前一种来源；另一部分小行星属于后一种来源。

运动和转化本来就是宇宙间永恒不变的规律。恩格斯曾经说过：**“自然界中的一切运动都可以归结为一种形式向另一种形式不断转化的过程。”**各种类型的天体之间的转化是不断发生的。如 944



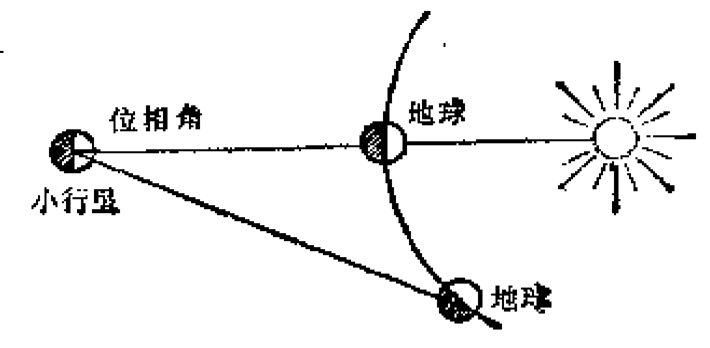
号小行星很可能就是“脱了发”的彗星。说明小行星和彗星之间也是可以转化的。

至于小行星下一步又将如何演变呢？我们只能从观测所见到的现状加以推测。那么多的小行星挤在狭窄的区域里运转，又有大行星从旁牵扯，它们之间相互撞击是难免的。由于撞击而产生的碎片和尘埃，在我们太阳系内是到处可以看到的。所以亿万年后“烟消云散”恐怕就是部分小行星的归宿吧！当然，物质不灭，这些消散的物质还会以新的形式继续演化和发展下去。

我们深信，正如斯大林指出的：**“世界上没有不可认识的东西，而只有还没有被认识、而将来科学和实践的力量会加以揭示和认识的东西。”**

为什么小行星的亮度会变化？

假使我们每天都测定某一颗小行星的亮度，就会发现它是有变化的，这是什么原因呢？

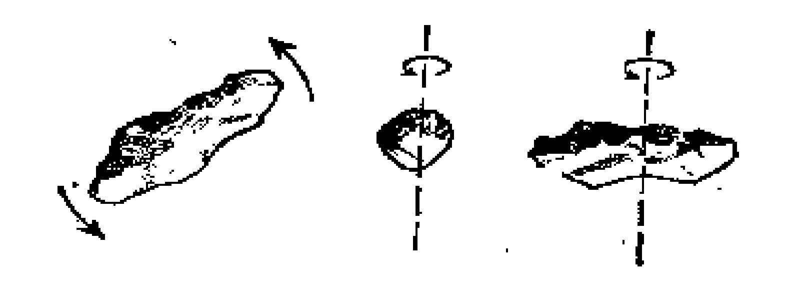


我们都知道，小行星和大行星一样，它们本身不会发光，是由于反射太阳光而

发亮的。小行星和地球都在天空绕着太阳运动，由于速度和轨道不同，三者之间的相对位置常会改变，同一颗小行星与太阳和与地球的距离有近有远。因此从小行星反射到地球上来的光也就有强有弱。当小行星向着我们的半面被太阳光照亮的部分越少，我们看上去就越暗；小行星向着我们的半面被太阳照亮的部分越大，我们看上去就越亮。当地球走到小行星和太阳之间，三者几乎成一条直线的时候，这叫做冲，我们可以看到小行星被太阳照亮的整个半球，而且这时候地球距离小行星最近，所以冲的时候小行星最明亮。这跟大家都知道的月亮有圆缺变化有相类似的道理。

除了上面讲的因距离和位相的不同而引起的周期比较长的小行星亮度变化外，大多数小行星还有短周期的亮度变化，其周期大都在 2～9 小时范围内，变化幅度可达到0.5个星等(每差 1 个星等，亮度相差 2.512 倍)。这种短周期亮度变化又是怎样造成的呢?

首先，是由于大多数小行星并不是球形的，而是各种各样的不规则形状。它们和我们地球一样，不但绕太阳公转，同时也在自转着。在自转时，有时表面积较大的部分向着我们，被太阳照亮的面积就大；有时较小的部分转向我们，被太阳照亮的面积就小，因此我们看上去就有亮和暗的变化。这种变化最显著的是 433 号小行星，它在某几次冲日时期里，在 2 小时 38 分钟内竟能变化 1.5 个星等，再经过



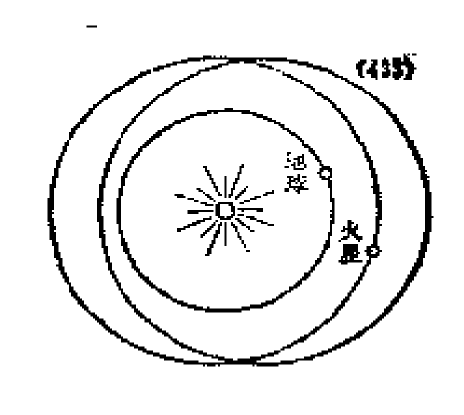
同样长的时间以后，又恢复了原来的亮度。为什么这颗小行星的亮度变化这么大呢？经天文工作者研究，这颗小行星的形状比较特殊，是一块十几公里长的棒形岩石，每5小时16分钟绕着和它最长的一边正交的轴旋转一周，当我们的视线跟它的旋转轴相垂直时，这个长棒形物体就以它的尖端和横侧交替向着我们，所以我们在一个周期内就能看到两个高峰和两个低谷的亮度变化。但是在以后的几次冲日时测得的亮度变化很小，甚至小到测不出变化。这是因为它的旋转轴正好指向地球，所以它的亮度变化异常地微弱，甚至没有变化了。

其次，由于小行星表面构造有光滑和粗糙的不同，或颜色有浅淡和深暗之分，因而表面各处的反光能力不一样，它在自转时亮度也会有变化。

由此可见，观测研究小行星亮度的变化，可以获得有关小行星的形状、自转方向、自转速度和表面结构等等资料。累积这些资料，对探索小行星的起源问题是很重要的。当然，小行星的亮度变化是一个比较复杂的问题，要弄清楚某一颗小行星亮度变化的原因，需要对它进行大量的观测和资料分析处理才行呢！

有哪些特殊的小行星?

在太阳系中，97%的小行星都处在火星和木星轨道之间的小行星环里。但也有一些比较特殊，不在小行星环内，这就给太阳系增加了丰富多采的内容，目前已发现的有几十颗。别看它们数量少，研究它们还挺有意义哩！

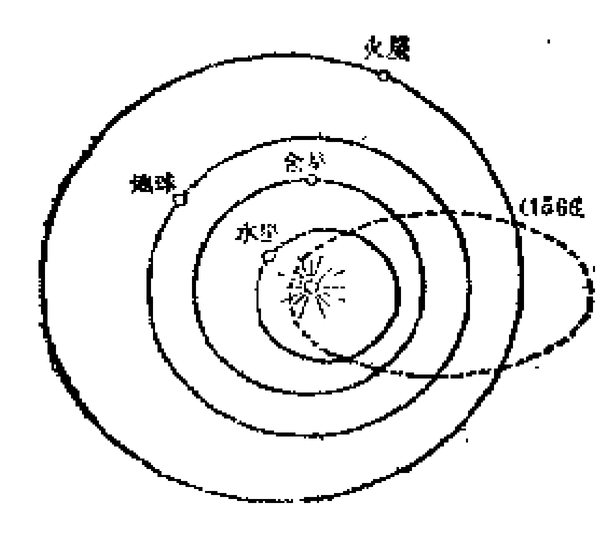


下面就向大家介绍几颗著名的特殊小行星的情况。

先说433号小行星，国际上把它叫做“爱神星”，是在1898年发现的，当时它离开地球大约只有2330万公里。那时，除月亮和流星外，人们还从来没有看到过那样接近地球的天体。天文工作者利用这个极好的机会，通过测定它的距离，正确推算出了太阳和地球之间的平均距离为14960万公里，天文学上就以它作为一个天文单位，用来衡量太阳系范围内的距离。

爱神星轨道的半长径是1.46天文单位，偏心率是0.22，公转周期是1.76年。它大部分时间在火星轨道之内。

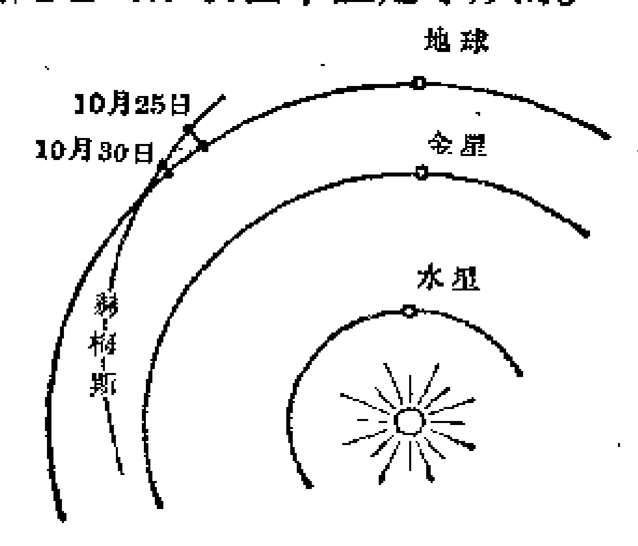
再说1566号小行星，它的名字叫“伊卡尔”。是1949



年在离地球约700万公里的地方发现的。伊卡尔的轨道半长径是1.08天文单位，偏心率达到0.83，是小行星中偏心率最大的。它的轨道近日点在水星轨道以内，非常逼近太阳，与太阳的距离最近时只有0.19天文单位，是已知小行星中最接近太阳的；与太阳的距离最远时是1.97天文单位，超过火星的轨道。由于这一原因，它的表面温度会有急剧的变化，有人估计，如果伊卡尔表面是黑色的，而且是以同一个面向着太阳，那它在近日点附近时，表面温度能达到摄氏600度以上，会被太阳烤得微微发红；而在远日点附近，它的表面温度又会降到冰点以下。

这颗小行星比较小，直径只有1.4公里，1968年6月它非常接近地球，离地球的距离只有635万公里。人们对它进行多方面的观测，确定它的形状基本上是球形的。

第三颗要介绍的是1937 *UB* 小行星，它的名字叫“赫梅斯”。这颗小行星是1937年10月28日发现的。通常的小行星，每天大约能在天

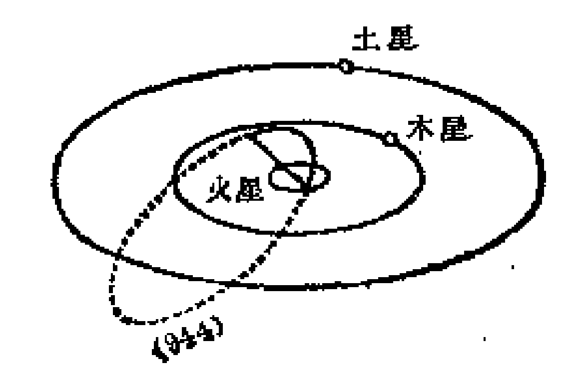


空中移动几个角分，每天移动一度多就十分惊人了。但这颗小行星在10月30日一昼夜里竟走了90度之多，简直快极了。这是由于这颗星非常接近地球。那一天它离开地球只有58万公里。这比月亮离地球的距离38万5千公里稍微远一点。

遗憾的是这颗小行星太小了，它的直径只有0.6公里，比伊卡尔还小些，只有在离地球极近时才能观测到它，几天后它就无影无踪了，它的轨道无法精确计算。而且从1937年以后，就再也没有见到过它。

最后讲一下944号小行星，名字叫"希达尔哥"。上面介绍的几颗小行星轨道都比较小，944号小行星就不同，它的轨道半长径是5.8天文单位，比木星轨道半长径还要大，由于它的偏心率是0.66，轨道也很扁，一直跑到土星轨道之外去了，它的轨道极象短周期彗星，但就物理状况来讲，它完全是一颗小行星。因此，对它进行研究，有助于弄清楚彗星和小行星的关系。

为什么我们要研究特殊的小行星呢？这是由于"就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。"研究小行星也是一样，特殊小行星有的轨道是极扁的椭

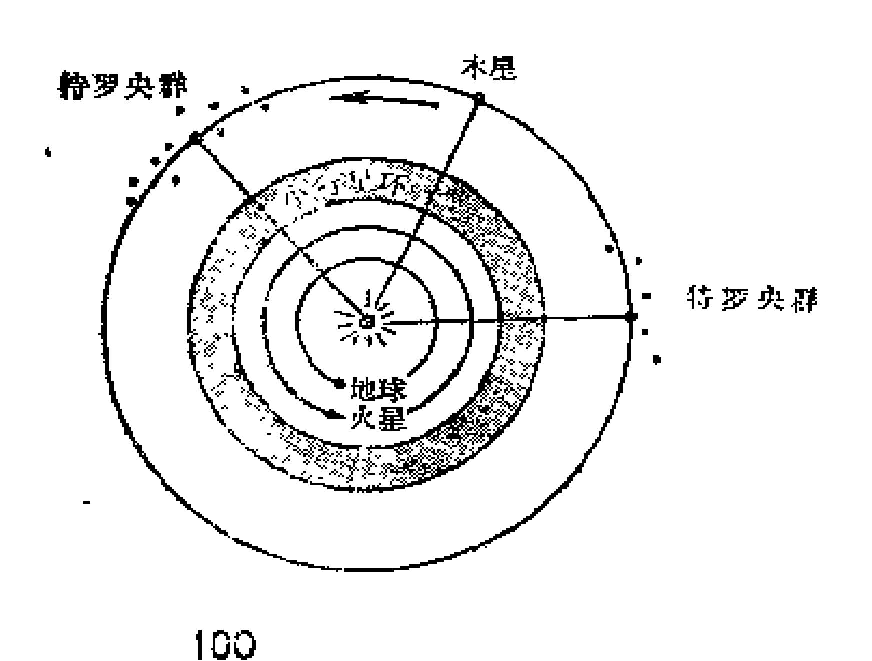


圆，有的有时又十分接近地球，容易对它们进行观测。而了解了特殊小行星的状况，一般的小行星也就不难研究了。

为什么要研究特罗央群小行星？

在太阳系的火星和木星之间，运动着许许多多的小行星，它们绕太阳运动的轨道，绝大多数分布都是很有规律的，而其中有两群小行星的运动情况却比较特殊，它们和太阳的平均距离，以及绕太阳运动的周期，同木星是一样的。特别有趣的是，从太阳上看去，一群总是在木星前60度，另一群总是在木星后60度，就好象两个大等边三角形，太阳、木星和小行星群就处在这两个等边三角形的顶点上。

第一颗具有这样特点的小行星，是1906年发现的588号小行星，人们根据古希腊神话中围攻特罗央城的一位最勇敢的希腊英雄的名字，给它取了名字。以后陆续发现的凡是具有这种特点的小行星，都用这次特罗央战争中英雄的名字来命名。因此，这两群小行星就统称为特罗



央群小行星。

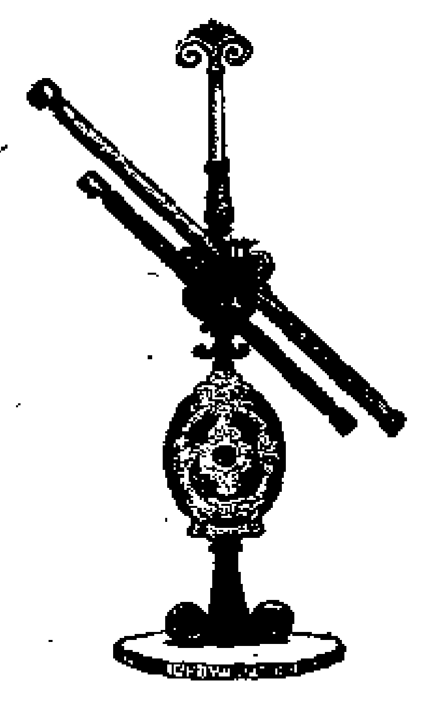
研究特罗央群小行星在天体力学上有一定的意义。我们知道两个天体在万有引力作用下，一个天体绕另一个天体运动符合刻卜勒定律，就能进行准确的计算。但是要研究三个天体在相互吸引下的运动规律时，问题就困难了，到目前还找不到一个精确的普遍解答，只有在某些特殊的情况下，才能求出精确的答案。例如把木星绕太阳的轨道看作是一个圆，并且不考虑小行星的质量，那末就存在这种等边三角形的运动情况。这个结论早在1772年就已得出来了，但在当时认为这种理想情况只有纯数学上的意义，在宇宙间是很难找出一个实际例子来的。然而过了一个多世纪，到1906年，却确实发现了这样的小行星，并且以后还陆续地发现，到现在为止已发现了15个这样的小行星，因此特罗央群小行星可以作为一个特殊的例子，对研究天体力学有一定意义。

在理论上，是把木星绕太阳的轨道看作一个圆，但实际上木星绕太阳的轨道是一个与圆偏差不大的椭圆，因此，特罗央群小行星也不是恰好在等边三角形的顶点上，而是在这些点附近作微小的摆动，但它们之间多少年来一直保持着这种特殊的运动规律。

为什么要研究木星的卫星系统?

1610年1月，意大利科学家伽利略用历史上第一架天文望远镜观测木星。他惊奇地看到，这颗明亮的星球周围有几个光点，它们随着木星在天空运动，并逐渐改变着与木星的相对位置。原来，这就是木星的4颗卫星。

哥白尼的日心说诞生后，日心说和地心说的斗争非常激烈。随着实践的发展，日心说的优越性日益明显。但人们还不能直接看到地球和行星环绕太阳运行，日月星辰的东升西落又给人一种错觉，仿佛天体都绕着地球转。自从人们可以亲眼从望远镜里看到，一个普通的星球——木星，能够成为其他天体环绕的中心，地心说便站不住脚了。从此以后，日心说得到了越来越多的人的拥护。



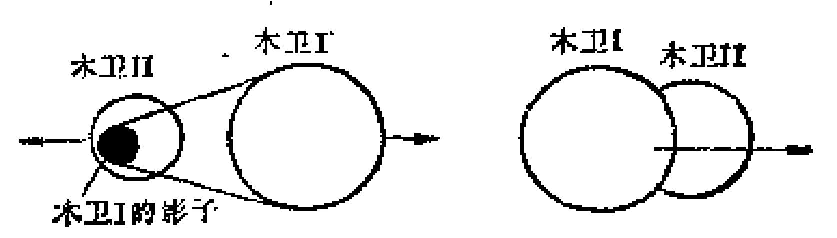
伽利略用的望远镜

伽利略用望远镜只发现了木星的4颗卫星，随着科学的发展，到目前为止，已发现的木星卫星有13颗。它们与木星的平均距离，最近的是18万2千公里，最远的为2400万公里。环绕木星一周的时间少至半日，多达758天(以地球上的时、日计算

的）。卫星的大小也相差很多，木卫十三直径仅8公里，而木卫三的直径达5200多公里。

现在一般认为，整个太阳系是由同一个星云收缩形成的，因此行星的卫星一般都是自西向东绕着行星转，和行星的公转自转方向一样，木星的大部分卫星也是如此。然而，木卫八、九、十一、十二却不同，它们是自东向西“逆行”的。人们发现这4颗卫星都很小（直径几十公里），与木星的距离最远，轨道的偏心率也较大，因此认为它们可能本来是小行星，在亿万年前经过木星附近时，被巨大的木星“俘获”过来，从此成了木星家族的成员。

在地球上，我们除了可以看到日食和月食外，用望远镜还可以看到木星和它的卫星之间也会有掩食的现象！当木星的卫星与木星、地球成一直线时，木星在中间，卫星被木星遮住，我们称为木卫“掩”。如果卫星进入木星的影子，这称为木卫“食”。由于靠近木星的卫星绕木星一周的时间短，木星又大，掩食现象的发生比较频繁。不仅如此，当地球（或太阳）正好处在木卫的轨道面上时，还可以观测到木卫相互之间的“掩”（或食）现象。



木卫相互之间的“掩”和“食”

观测木星与卫星之间发生的掩食现象，还具有实用意义。因为当木卫食发生时，半个地球都可以同时看到，这时候只要比较一下地球上两个地方看到的时间差别，就可以算出两地之间的经度差。在无线电发明以前，人们曾用这个方法来测定地球上各地的经度。

其次，在观测实践中，人们发现因木星和地球的距离不同，木卫食发生时刻经常比预计的早或迟一些，有时甚至会差10多分钟。这是什么原因造成的呢？人们通过仔细的研究，終于认识到原来光线是以有限速度传播的。木星与地球的距离最近时，木卫食发生后约51分钟地球上就可以看到。过一段时间，木星和地球的距离增加了，光线从木星到地球要多走一段时间，我们观测时就觉得木卫食的时间推迟了。人们就是这样通过木卫食，发现光速是有限的，并用这个方法于1676年在历史上第一次测定了光的速度。利用木卫的掩食，我们还能够测定木卫的大小，推测它们表面的物理状况，所以至今天文工作者还在继续不断地观测研究木卫的掩食现象。

木星和它的卫星所组成的系统就象一个小型的太阳系。有人推测，行星的卫星系统的形成过程与太阳系的形成过程类似。而木星在太阳系的行星中是老大哥，卫星又最多。因此研究木星和它的卫星系统，对于逐步解决太阳系的起源和演化问题，是很有帮助的。

彗星是怎样形成的?

夜晚，有时在闪烁的星星中，会看到一种拖着一条明亮的长尾巴的星星，象是一把倒挂在天空中的扫帚，这就是一般人称为"扫帚星"的彗星。正因为它的外貌比较特殊，又很少见，在过去科学不发达的时代，反动统治阶级就利用它编造出许多谎言，来欺骗人民，转移人民反抗的斗志，以苟延他们的统治。说什么扫帚星是不吉祥的预兆，天上出现了扫帚星，地上就会有饥荒、瘟疫、战争等等大灾难。其实，彗星也是一种天体，而且数量非常多，仅仅是肉眼能够看到的彗星比较少罢了!

到目前为止，已经观测到的彗星有1600多颗，其中计算过轨道的只有600多颗，而暗弱彗星占多数。它们绕太阳运行的轨道和周期也各不相同，其中短周期彗星有100多颗，最短的3.3年，最长的160年；大于160年的长周期椭圆轨道彗星有140多颗；轨道偏心率近似或等于1的抛物线轨道的彗星有300颗左右；轨道偏心率大于1的双曲线轨道彗星只有60多颗，具有抛物线和双曲线轨道的彗星，它们是太阳和地球身边的"过路客人"，差不多是一去不复返了。

那末，彗星是怎样形成的？它又是从哪里来的？——这

是许多人感到兴趣的问题，也是天文工作者多年来正在探讨的一个重要的问题。不少天文工作者提出了许多假想，希望在实践中得到证实，得出这个问题的答案。

关于彗星的形成，一般有下面几种说法：

一种说法，认为彗星起源于太阳系内。在原始太阳星云早期收缩、凝聚成太阳和太阳系中各个行星时，同时形成了彗星。原始太阳星云，最初是一个旋转的圆盘状的星云，由于产生了引力收缩，中间收缩成原始太阳，太阳星云圆盘内部温度比圆盘外高，一般只有在现在土星轨道的外面，水和其他尘埃粒子才会冻结。按照现在大多数人认为彗星是由冰和尘埃粒子冻结成的认识，那末，彗星就很可能是在土星轨道外面形成的。

另一种说法，认为彗星起源于太阳系以外的星际空间。那里有很多星际气体云，正在形成许多新的恒星，彗星也是在那里形成的，由于受到太阳的引力作用，把它俘获过来，它开始沿着抛物线或双曲线的轨道飞进了太阳系，但当它经过大行星附近时，又因受到大行星的引力作用，轨道逐渐变成了椭圆形。

还有一种说法，认为太阳系里两个小行星相互碰撞，或是由行星或卫星爆发时抛出的物质形成了彗星。赞成这种说法的人，有的还认为行星爆炸时，同时形成了彗星和小行星。

此外，还有少数人认为太阳系形成以后，它的大行星向外猛烈地抛射物质，这些物质就形成了彗星。

以上这些说法，究竟哪一种比较接近客观事实呢？我们不妨从构成彗星的分子来进行分析。如果彗星起源于太阳系内，构成彗星的分子，就应当是在太阳形成的初期太阳星云内所包含的一些比较稳定又较复杂的分子，如氨(NH_3)和甲醛(H_2CO)；如果彗星起源于太阳系以外遥远的星际空间，它就应当具有如乙腈(CH_3CN)和氰化氢(HCN)等分子。

但是，由于太阳的蒸发，太阳的紫外线辐射，几乎把彗星上面的这些分子都破坏了，人们无法直接观测到那些分子，而只能观测到一些碳、氮、氧和氢的简单化合物。

1973 年，天文工作者应用新的射电和红外线技术，在地球大气外进行观测时，发现一颗彗星上有乙腈等复杂的分子，因此对彗星是起源于太阳系以外的星际空间的说法是一种支持。然而，彗星的起源和彗星的本质是有着密切关系的，这个问题不能说完全解决了，还必须继续观测，收集更多的资料，来研究彗星的物理状态和起源。

毛主席教导我们："**不但事物发展的全过程中的矛盾运动，在其相互联结上，在其各方情况上，我们必须注意其特点，而且在过程发展的各个阶段中，也有其特点，也必须注意。**"彗星的运行轨道受到大行星的吸引(摄动)，加快或延迟

了它过近日点的时间，这说明天体之间互有影响，并不是孤立、静止的。研究彗星，也必须注意它在发展过程中各个阶段的特点。

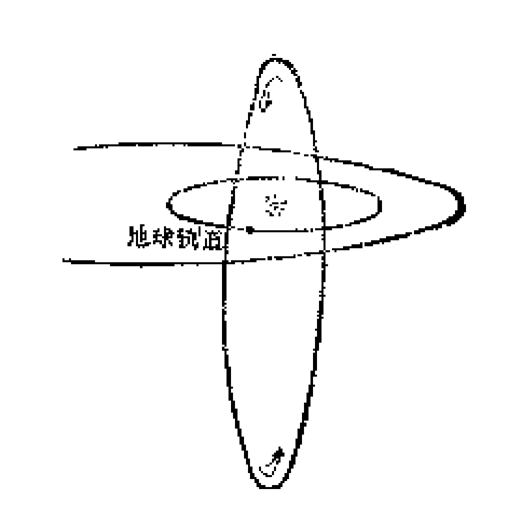
研究彗星，是具有科学和哲学上的意义的。我们研究天体演化问题，除了研究遥远的恒星和星系的演化以外，还要研究太阳系的演化。而研究太阳系的演化过程，就必须要研究太阳系各成员的特性和它们之间的联系。由于彗星是太阳系里比较特殊的一种天体，研究它可以得到在其他成员中得不到的资料，在彗核里可能还保存着太阳系原始太阳星云的残余物质。这是极为宝贵的"化石"，值得我们重视研究。

再从哲学意义来说，对彗星进行深入的研究，可以为天体演化的探讨积累资料，为辩证唯物主义提供天文学的论证。从意识形态领域的思想斗争方面来看，研究彗星，对于破除迷信，树立唯物主义的宇宙观更有着重要意义。

彗星的分布情况是怎样的？

太阳系中，现在已经知道的大行星有九颗，到1975年底已发现和编号的小行星共有 1966 颗，它们差不多在同一个平面上沿着自西向东的方向绕太阳运转。彗星的运动情况却不一样，它们既有自西向东的，也有自东向西的；而且彗

星轨道平面和黄道平面（从地球上看太阳在天空中周年运动的轨道，称为黄道。包含黄道的平面，称为黄道面。）之间的夹角，从 0～180 度都有，也就是说，彗星轨道的分布是各式各样的。大行星、小行星的轨道都是椭圆形的，而且都是近于圆形。彗星的轨道只有一小部分是椭圆形，几乎没有接近圆形的，多数是很扁的椭圆。在已发现的彗星中，除了椭圆轨道以外，还有抛物线轨道和双曲线轨道，而且以这类轨道占大多数。这就是说，大多数彗星是由很远的地方来的，经过太阳、地球附近以后，又跑到离我们很远很远的空间去了。



彗星围绕太阳运行，同时还受到大行星的引力作用，这个引力和太阳的引力相比，在一般情况下是很小的，只能对彗星的运动起干扰作用，这在天体力学中称为“摄动”。然而在一定的情况下，摄动能使轨道发生显著的变化，甚至可以改变轨道的性质。大行星摄动主要来自木星，其次是土星，但是土星的摄动作用只有木星的三分之一，其他大行星的摄动作用就更是微不足道了。不过，彗星越接近大行星，所受到的摄动作用也就越大，摄动的大小是和彗星与大行星的距离密切相关的。例如，曾计算过紫金山 1 号和紫金山 2 号彗星在 500 年间的轨道演变，发现它接近木星时，就

能引起轨道的明显变化。

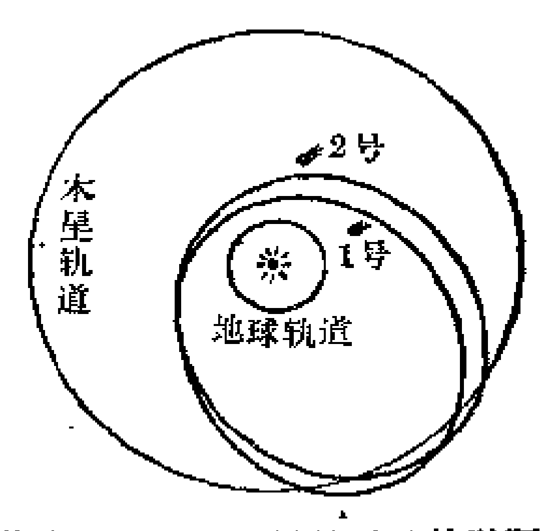
彗星的分布情况与行星不同，缺乏统一性，使人觉得有点杂乱无章。但用统计的方法，仍可以研究出它们的规律性。有人根据彗星近日点方向分群，但是更多的还是根据彗星远日点距离分族。远日点在木星轨道附近的，称为“木星族彗星”，短周期彗星大部分是属于这一族的。同样，远日点在土星轨道附近的，称为“土星族彗星”，以此类推。

部分彗星的运动轨道与根据万有引力定律计算出来的轨道实际上总是有微小的差别。这种效应不是万有引力造成的，所以在天文学上称为“非引力效应”。例如，恩克彗星是一颗周期为 3.3 年的短周期彗星，它每次回到地球附近来，过近日点的时刻总要提前一些，也就是说，它的回归周期总要变短些，大约减少十分之一天，从 1918 年以来，它的周期已从 1211.78 天减少到 1210.44 天，就是说周期缩短了约一天半。

研究彗星在空间的分布情况和运动轨道的特点及变化，可以帮助我们探索彗星的来龙去脉。所以对于彗星分布情况的研究，是一项必不可少的课题。

为什么紫金山1号和2号彗星的轨道会改变?

1965年初，我国紫金山天文台在1月1日和1月11日夜晚，连续发现了两颗新彗星，经过跟踪观测，算出轨道，给它们定名为紫金山1号和紫金山2号。1971年底，这两颗彗星再次经过太阳附近，按原来计算的轨道位置，都观测到了。

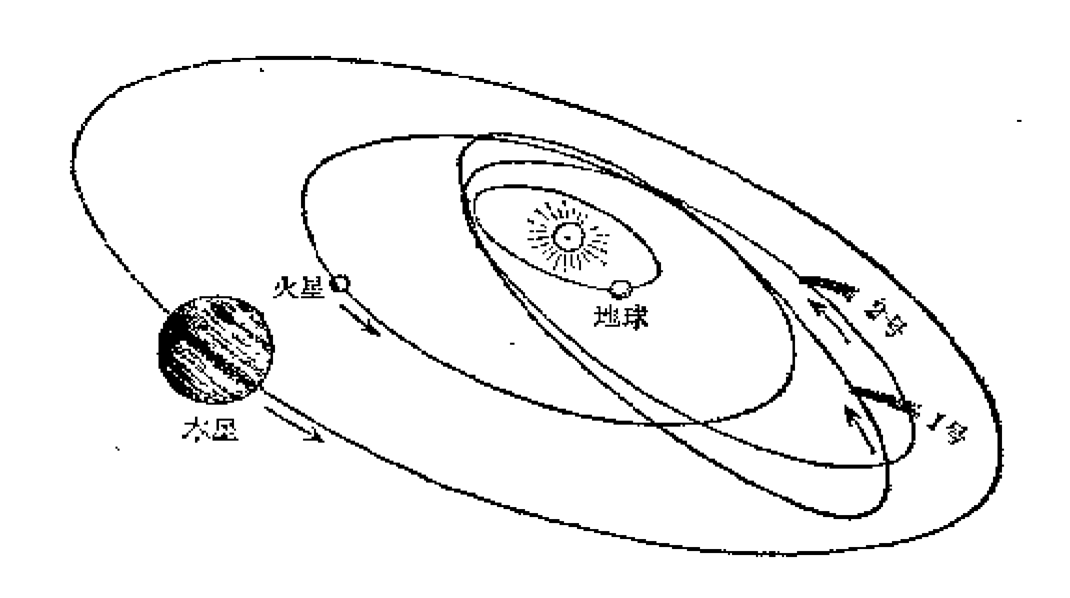


紫金山1号和2号彗星的轨道图

这两颗彗星都很暗弱，它们首次被发现的时间只相隔了10天，当时在天空的位置也相距不远。特别引人注意的是，它们围绕太阳运行的轨道有许多相似的地方。这从下面的表和插图中我们可以清楚地看出来:

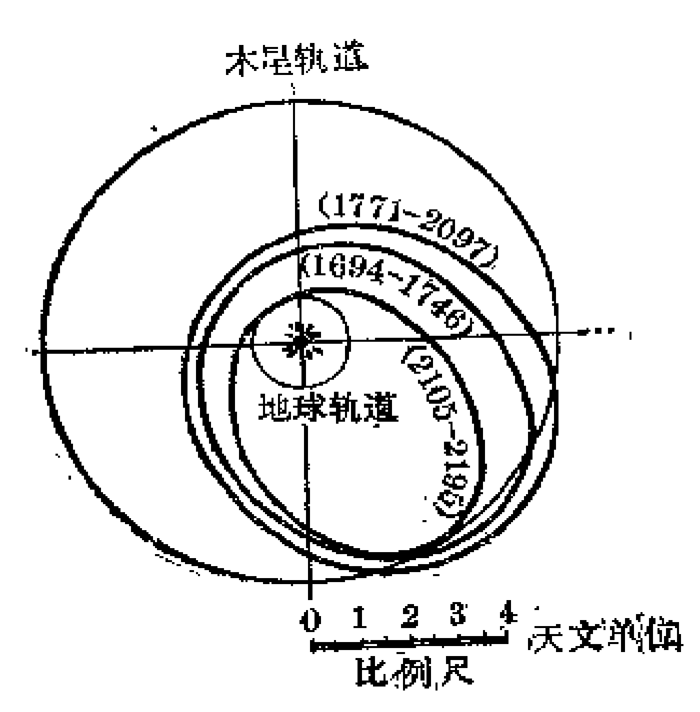
彗星名称	运行周期	经过近日点时刻	轨道半长径	轨道偏心率	轨道倾角	近日点的黄经
紫金山1号	6.6年	1965年1月28日	3.52(天文单位)	0.58	11度	119度
紫金山2号	6.8年	1965年2月9日	3.59(天文单位)	0.51	7度	131度

两颗彗星轨道的近日段靠近地球轨道，远日段极为靠近木星轨道。木星是我们太阳系九大行星里质量最大的行



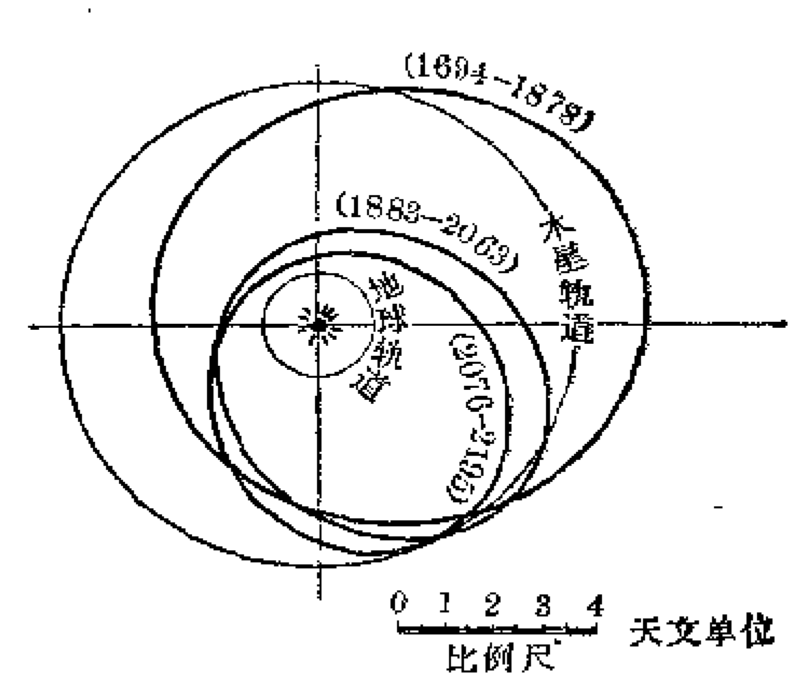
星，太阳系中除中心天体太阳的巨大引力以外，木星的引力影响是比较大的。当彗星接近木星时，由于木星的引力作用，彗星的绕日运动轨道往往会产生明显的改变。由于新发现的这一对好似"孪生"的紫金山彗星，都有可能很接近木星，所以它们的轨道肯定有变化。那末它们的轨道以前是什么情况？以后又将是什么样子呢？

为了弄清楚这个有趣的问题，紫金山天文台的科学工作者在实测轨道的基础上，计算研究了这两颗彗星在大约500年（1694～2195年）期间的轨道变化情况。



紫金山1号彗星轨道演变图

计算结果告诉我们，在这500年期间，两颗彗星都有好几次接近木星，轨道不断地在变化。紫金山1号的轨道先是由小增大，后又减小下来，1960年12月它曾接近木星达到0.14天文单位。紫金山2号的轨道则是由大减小，再减小，1962年1月，这颗彗星曾经接近木星到0.46天文单位。我们把每颗彗星大致分三段时期，用每段时期的平均轨道来作图，三段时期的不同轨道，表示了它们的轨道变化过程。

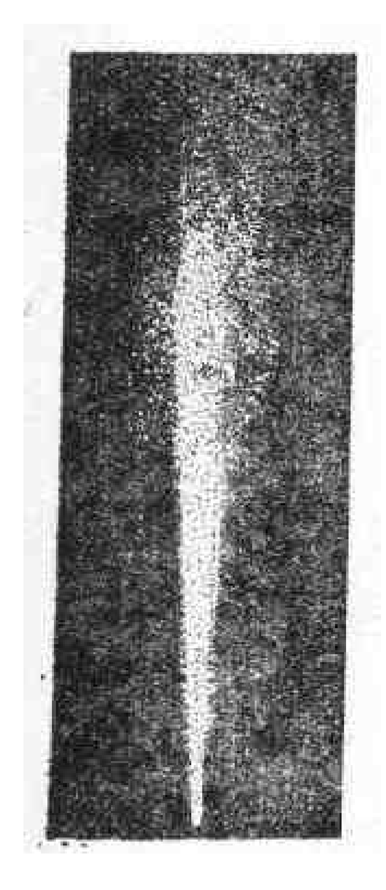


紫金山2号彗星演变图

从这两幅图上我们马上可以清楚地看出，目前这两颗彗星轨道的某些相似，只是在二、三百年内的巧合现象，它们是从原来大小颇不相同的轨道经木星引力作用而演变的结果，以后仍可能演变为不同的轨道。

哈雷彗星什么时候再回来？

著名的哈雷彗星将于1985～1986年再次回到地球的身边，到那时候，我们都将亲眼看到这一幅76年才能见到



一次的十分罕见的奇景。

毛主席教导我们："**我们这个民族有数千年的历史，有它的特点，有它的许多珍贵品。**"我国早在公元前613年（鲁文公14年），就记载了这颗彗星的踪迹："秋七月……有星孛〔bó〕入于北斗"。这是关于这颗彗星的世界上最早的记载。外国关于哈雷彗星的最早记录是公元66年，比我国要迟679年。到公元1910年为止，我国史书上关于哈雷彗星运动的记载共有31次，对于研究哈雷彗星是十分宝贵的资料。这在世界上是无与伦比的，是中华民族有着光辉灿烂的古代文化的又一确证。

哈雷彗星是一颗最著名的周期彗星，它沿着拉得又扁又长的椭圆轨道绕着太阳运动，它的周期最长79年，最短74年，平均每隔76年回来一次。椭圆轨道的半长径有27亿公里，当它离太阳最近时是8800万公里，竟闯到了地球轨道的里面（地球和太阳的平均距离是14960万公里）。距太阳最远时却有53亿公里，已跑到海王星的轨道外面去了（海王星与太阳的平均距离是45亿公里）。

哈雷彗星的出现所以引起人们如此的兴趣和重视，不仅由于它有使人惊奇的外貌，而且因为它在天文科学方面有重要的研究价值。早在1835年出现的时候，人们就对哈

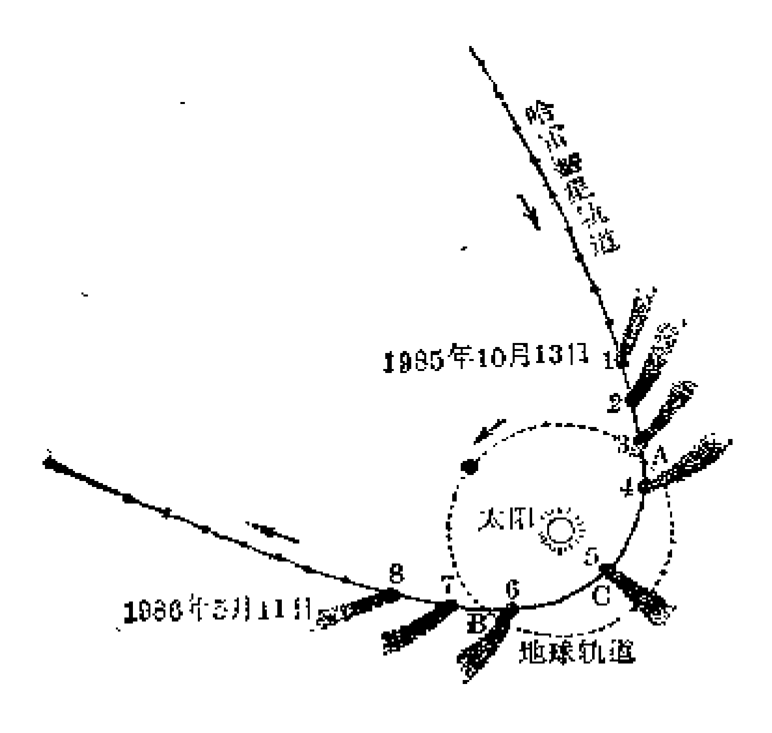
雷彗星有了浓厚的兴趣，世界各地有27个天文台，在10个月中对它观测了1515次。在1910年的那一次，全世界有60个天文台，一共对它进行了各种观测3085次，持续时间达20个月之久。

在长期的科学观测中，天文工作者发现哈雷彗星没有准确地按照预测的日子过近日点。例如，在理论上计算出它于1910年4月17日过近日点，但实际上是4月20日，延迟了3天。同样，1835年过近日点也晚了3天。

从1985年9～10月起，我们居住在地球上的人们，将重新能看到哈雷彗星奇特的面貌。为了便于大家了解和观测，这里附上一幅哈雷彗星地心距和日心距表格和轨道图：

	日　　期	赤　纬	地心距	日心距
1	1985年10月13日	+21°	1.6	2.2
2	1985年11月12日	+22°	0.8	1.8
3	1985年12月12日	+5°	0.8	1.3
4	1986年1月11日	−5°	1.3	0.9
5	1986年2月10日	−11°	1.5	0.6
6	1986年3月12日	−21°	1.0	0.9
7	1986年4月11日	−47°	0.4	1.3
8	1986年5月11日	−12°	1.1	1.8

图上1～8各点，分别表示1985年10月13日～1986



年5月11日彗星在轨道上的位置。彗星离地心和日心的距离，都列在表中。图上A、B两点是彗星离地球最近时的位置，分别为0.6和0.4天文单位，C是彗星过近日点的位置，这时候它离太阳只有0.6天文单位。对北半球的观测者来说，最良好的观测时间在1985年11月18日彗星与太阳正好在地球两边时，在那一天从地球上看去，太阳和彗星在相反的方向，半夜能看到彗星在昴星团(即七姊妹星团)附近。在这以后，逐渐在傍晚能观测到它。由于这次哈雷彗星不通过地球和太阳之间，它离地球和太阳的距离不能同时很近，因此，彗星的亮度不如过去。彗星过近日点时，地球却在太阳的另一边，离彗星较远，而且从地球上看它，和太阳方向很近，由于太阳很亮，所以不容易看到它。彗星过近日点后，位于太阳西边，早晨才能观测到。由于它的赤纬减小得很快，到1986年4月11日，虽然离地球只有0.4天文单位，但只有南半球的人才能看到它。以后，彗星逐渐远离太阳，就变得暗淡了。

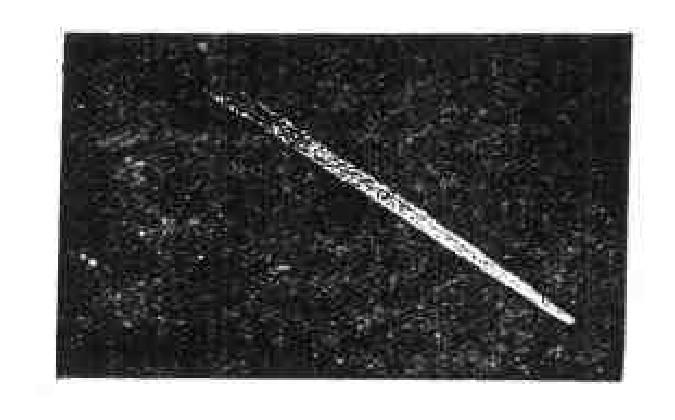
上面说到，每当大彗星出现时，许多国家的天文台都很

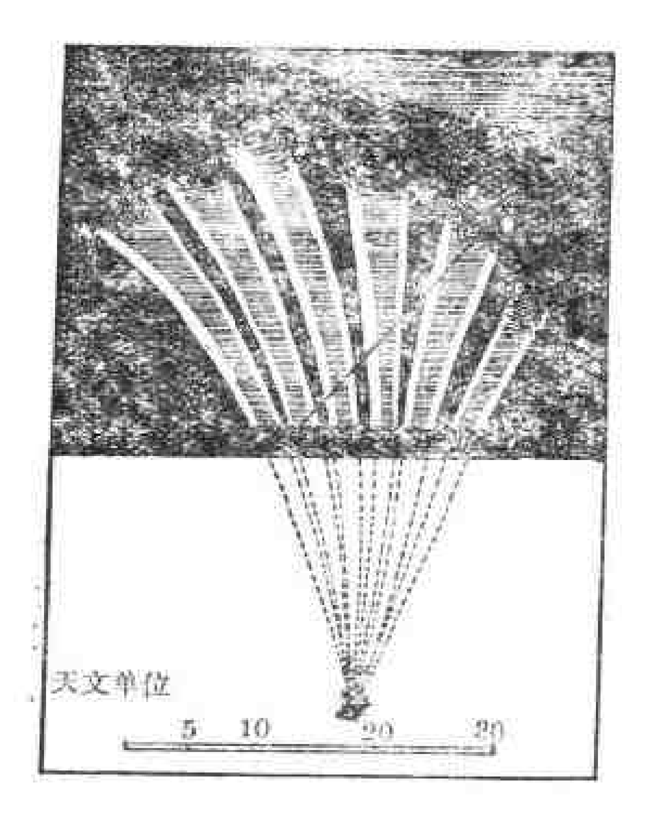
重视，并对它进行观测研究，因此可以想象，哈雷彗星 1985～1986 年的出现，将是天文科学研究上的一件大事，人们将利用各种手段，对它进行多方面的观测。毫无疑问，这些观测研究，对揭示彗星的本质将会展示新的前景，同时可以使我们进一步加深对太阳系演化的认识，而有所发现，有所前进。

有哪些比较特殊的彗星？

在太阳系里彗星是很多的，但肉眼可见的还比较少。历史上关于彗星的记载，一般都是比较明亮的彗星，例如每隔 76 年可以看到一次的哈雷彗星等。另外，还有一些比较特殊的彗星。

1843年天空中出现的第一颗彗星，它的周期大约是500年，近日点与太阳非常近，离太阳表面仅 13 万公里，只有太阳半径的五分之一。这颗彗星穿过太阳的日冕层，却安然无恙地走了出来，它的运动和面貌丝毫没有改变。过近日点 4 天以后，这颗彗星背着太阳，伸展出一条宽约 600 万公里、长达 3 亿 2 千万公里的尾巴，彗尾的长度比地球轨道的直径还





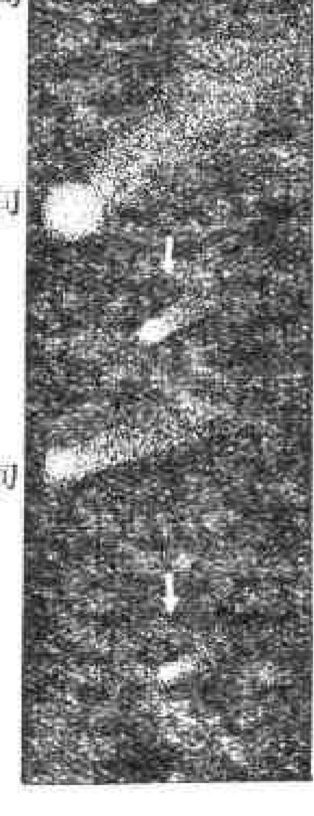
要大，即使在白天，人们也能够看到它。

一般的彗星都只有一条尾巴，但是有的彗星的尾巴不止一条，而是有好几条。例如，1744年出现了一颗有名的欧索六尾彗，它有六条彗尾，伸展开来整整地占据了44度的空间，好看极了。

有的彗星的形态还会不断地变化。例如，1812年，法国马赛天文台的看门工人庞斯发现的一颗彗星，起初象云雾状，后来变成了一个星点，以后又变成了一团云雾状，中心处还可看到一个圆圆的光晕，并有光芒射出来。

有的彗星的亮度会有特殊的变化。例如1852年发现的第四颗彗星，当它在1913年再度出现时，按通常估计应该在11月26日过近日点时亮度最亮，但实际观测却发现了反常现象。过近日点前2个月，它的亮度大约在8等星左右，按理说以后应该逐渐增亮，可是事实却完全相反，它不但没有增亮，反而逐渐变暗了，10月底变暗到12等星，到了过近日点前4天，连用望远镜也几乎难以观测到了，它的亮度只有2个月前的万分之一。这种情况很可能是由于

这种彗星的彗核里可供太阳蒸发的物质，如冰冻的水、二氧化碳、甲烷、氨以及尘埃等等比较少，当它离太阳还比较远时，这些物质基本上就被蒸发完了，剩下的主要是不易蒸发的矿物质，所以后来即使越来越靠近太阳，也不能使它增亮，反而变得越来越暗了。



也有的彗星亮度变化很奇怪，好象是突然爆发性地增亮，接着又突然变暗了，这类彗星称为物理变化彗星，目前人们还没有掌握到它的变化规律。如1973年出现的第二颗彗星，它是1858年发现的周期彗星。按照预测，5月29日过近日点时，它的亮度应该是13等星左右。5月20日实际观测到它是14等星，与预测的一致。可是到了5月27日，它的亮度是4等星，比一个星期前观测到的亮度增亮了1万倍。接着，很快它又变暗了。可是到了7月上旬，它又突然爆发，亮度比爆发前4天又增亮了4000倍左右，并且还显现出窄而亮的彗尾，几天以后又很快变暗了。这种彗星爆发性地突然增亮后又突然变暗，可能是这颗彗星正在崩溃瓦解中。5月27日它碎裂一次，

释放出大量的气体和尘埃，因此亮度突然增大。7 月上旬，它又碎裂一部分，因而又增亮了一次。

1973 年 3 月 7 日晚上，有人发现了一颗新的彗星，当时，人们预言它在 1973 年底飞过近日点时，将会比金星还要亮得多，因此引起了世界各国天文工作者的重视，为它准备和进行了包括光学、射电和宇宙飞船上的观测。但是，结果令人很失望，1973 年 12 月 28 日在过近日点前后，它并没有特别明亮，甚至在最亮的时候，人们在城市中用肉眼也难于看到它，表明它很暗淡。这是由于这颗彗星的挥发物质比较少，所以当它飞近太阳时，并不象一般彗星那样显现出又长又大的尾巴。

1976 年 3 月初，从我国的海南岛到东北的黑龙江，许多工农兵和青少年，都看到了一颗十分明亮的彗星，有些同志还专门打电报向紫金山天文台报告，凌晨它出现在东方天空，彗尾宛如乳白色的孔雀尾巴在空中伸展开来。这颗彗星的情况正好与 1973 年发现的那颗彗星相反，当 1975 年 9 月，人们在南半球用望远镜观测首先发现它的时候，非常暗弱，因此，人们没有估计到它在 1976 年 2 月 5 日过近日点后会如此明亮。

各种特殊彗星，由于它们“**都有它的特殊的矛盾和特殊的本质**”，天文工作者就抓住特殊彗星出现的机会，研究它们各别的特殊本质，可以为系统地研究彗星的起源和演化

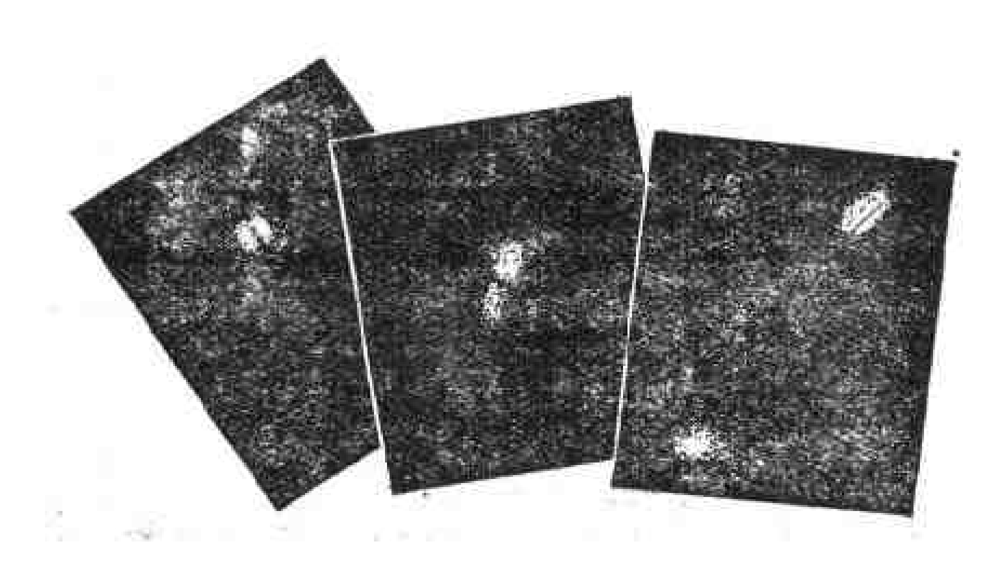
规律提供重要的依据。

彗星会分裂吗？

彗星是太阳系里一种比较特殊的天体，当彗星在天空中出现的时候，在那明亮的彗头后面拖着一条长长的扇形尾巴，非常壮观，因此从古以来就引起人们的注意。彗星不仅具有这种特殊的形状，而且有时还会出现分裂的奇特现象。

1965年11月，人们在观测池谷-关彗星时，突然发现它在天空中已分裂成为三颗，从这颗彗星中分裂出来的两个彗核与原来的彗核慢慢地分开，分开的速度大约每秒12米左右。

难道是只有这颗彗星会分裂吗？不是的。我国古代劳



动人民就曾观测到过彗星分裂的情况。据《新唐书·天文志》记载："唐昭宗乾宁三年(公元 896 年)十月，有客星三，一大，二小，在虚危间，乍合乍离，相随东行，状如斗，经三日而二小星先没，其大星没虚危齐分也"。这里的客星就是指彗星，它分裂成三颗，三天以后就看不到了。这是我国古代记载的关于彗星分裂的宝贵观测资料，它比欧洲观测到的比拉彗星分裂现象要早 950 年。

1772 年，有人发现了一颗彗星，这颗彗星名叫比拉彗星，它绕太阳转一圈要六年多的时间，到了 1846 年，人们看到比拉彗星突然变成了两颗；1865 年以后，这对彗星就找不到了；到了 1872 年，一件令人惊奇的事情发生了，这年的 11 月 27 日，地球运行通过比拉彗星的轨道，这天夜里，天空出现了一次罕见的流星雨，长达几个小时，成千上万的流星就象节日的焰火，景色十分壮丽。这说明比拉彗星已瓦解成细小的碎块或颗粒，它们散布在比拉彗星的运行轨道上，当地球经过时，这数不清的细小颗粒就高速冲进地球大气层，激烈摩擦，发热发光，形成了流星雨。



在 1872 年以后，人们还看到比拉彗星瓦解引起的流星雨，我国不少地方都有记载，如《武阳志余》记有："清光绪十一年十月丙戌(即 1885 年 11

月27日)，夜流星如织”。

其实比拉彗星早已开始局部的瓦解，我国历史上就有丰富的记载，如《海宁州志》记有:“清嘉庆三年十月二十日(1798年11月27日)，众星交流如织”。其他不少地方志都有类似的记录，这里不一一枚举。而计算发现，地球每年11月27日左右都要通过比拉彗星轨道附近。从这些古天文记载表明，比拉彗星在1798年就有一部分瓦解为细小的碎块。这说明比拉彗星的瓦解是一个长期的过程，是一个从量变到质变，从彗星变到流星的过程。我国丰富的流星雨记录，为研究彗星和流星的演变关系提供了宝贵的资料。

看起来，彗星与流星雨是完全不同的天体，为什么会有演变关系呢?

原来彗星主要是一个冰核，大部分是水、氨、甲烷、二氧化碳的冰冻物质，中间还夹有各种大小的固体物质，石质的、铁质的和铁石质的，有些是细小的颗粒，有的是尘埃物质，这个冰核的大小一般是几公里到几十公里的范围，就象一座大冰山，当它运行到接近太阳的地方，由于受太阳热量的影响，冰冻物质蒸发出来，大量的气体和尘埃形成明亮的彗头；又由于太阳的辐射压力和太阳风的作用，彗头的气体和尘埃被推开，形成彗星的尾巴。在冰冻物质蒸发时，一些石质颗粒也被抛射出来，逐渐散布在彗星的轨道上，形成流星群，当地球通过彗星轨道时，就形成了流星雨。

当彗星分裂和全部瓦解后，散布在彗星轨道上的矿石颗粒更多，所以在地球通过时，形成了十分壮观的流星雨。

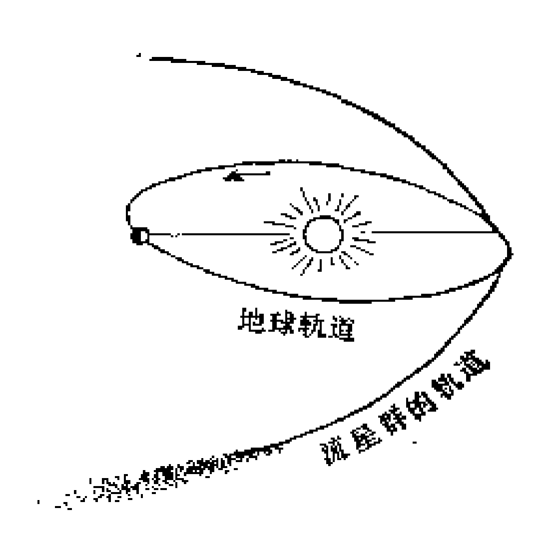
现在，我们知道了彗星瓦解后，会变成流星。这为我们了解太阳系物质形态的变化提供了一种线索。但是，流星是否都是由彗星瓦解成的呢？不是，这仅仅是流星产生的一种形式而已。我们在《流星体是怎样产生的？》一题中还要谈到。

流星体是怎样产生的？

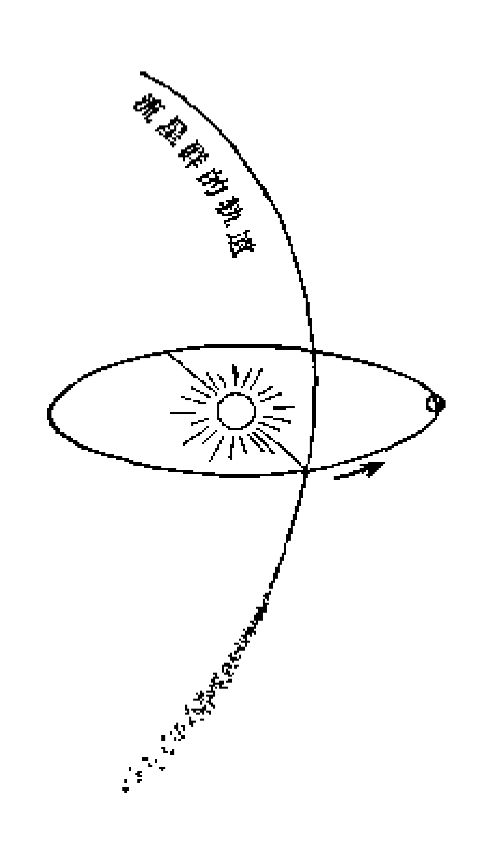
在我们太阳系中，除了行星、小行星、彗星之外，还有些小若尘埃，大如石山的天体，它们比小行星还小，也围绕着太阳运行，平时，我们是无法看到的。一旦它们遇上地球，就以每秒十几公里到70公里的高速度闯入地球的大气层，与大气发生摩擦，就会很快地燃烧、发光、气化。如果正好在夜晚，我们就可以看到突然有一线亮光，迅速地在空中流逝，这就是流星。有时闯入地球大气的流星个子较大，与大气摩擦燃烧气化也比较强烈，人们将会看到一团冒烟的火球掠空而过，甚至还会发生巨响，这就是火流星。如果是5公斤以上的大个子，往往还会留下一些没有烧尽的残骸落到地面上来，这就是陨星。这些我们统称为“流星体”。

流星体中，除了一部分是单枪匹马地行动外，其余的都

是成群结队的，称为流星群。每个流星群中的流星体，都在相同的轨道带上秩序井然地围绕太阳运行。如果地球的轨道与流星群的轨道带相交，那末几乎固定在每年的同一时期，这一流星群的流星体就会成群结队地闯入地球大气层，人们将会看到比往常多得多的流星。如果地球穿过流星体密集部分，那就将看到一次绚丽无比的流星雨。

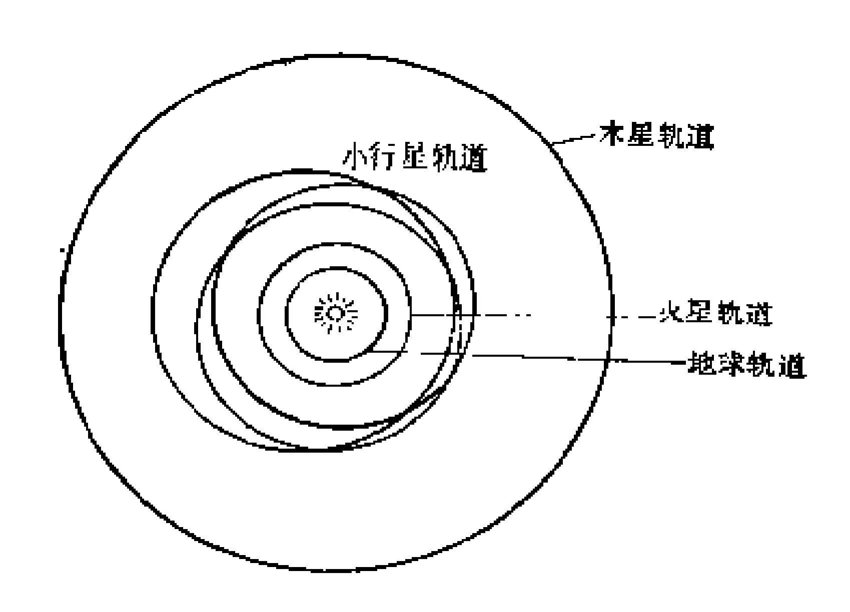


我国古代关于流星雨的记载也很多。在古书《左传》中记有："庄公七年四月辛卯夜中星陨如雨"。这是发生在公元前687年3月16日，世界上最古的天琴座流星雨的记载。



那末，这些流星体又是怎样形成的呢？

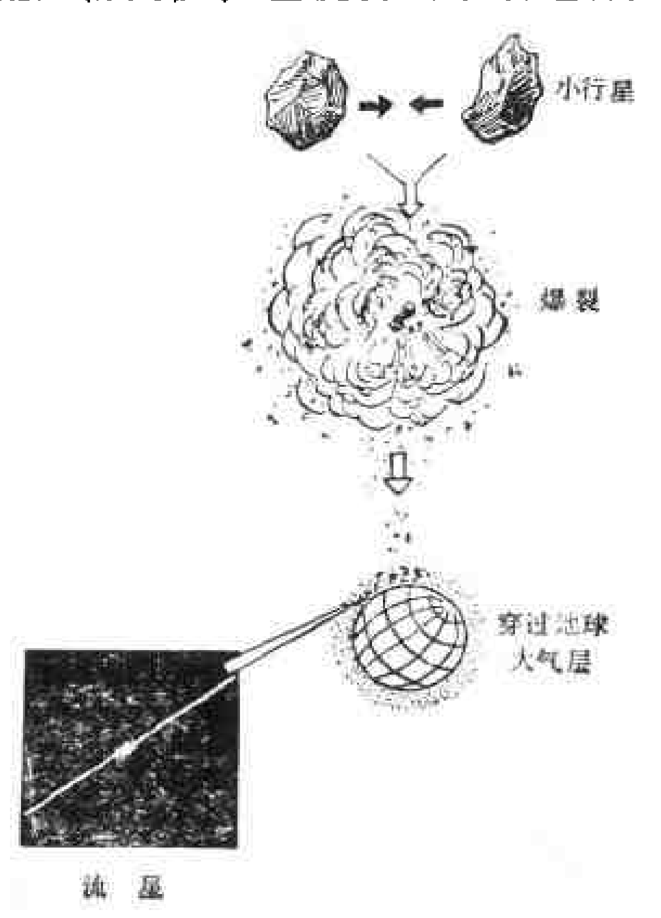
通过天文工作者对于流星群的研究，他们发现很多流星群正是在已经发现的彗星轨道上运行。例如，仙女座流星群就是在1826年发现的比拉彗



星轨道上运行的。根据天文工作者计算，这颗彗星将在1872年再度回来。但是，在那一年并没有观测到它，却在这年11月27日的夜里，当地球穿过比拉彗星的轨道时，在欧洲和北美洲的许多地方，都看到了一阵极大的流星雨，这就是说，比拉彗星已经瓦解了。因此，由于彗星的瓦解，流星群的队伍也就得到不断地补充，说明有些流星体是与它运行的轨道上原来的彗星是有着亲属关系的。

另外，火流星又是怎样形成的呢？

在火星与木星之间，有许多小行星，它们在绕着太阳运行时，由于木星的引力作用，会逐渐改变自己的运行轨道，在几



流星

十亿年漫长的岁月里，有时两个小行星会激烈碰撞，以致粉身碎骨，形成了无数大大小小的碎块。这些碎块运行的轨道有了明显的改变，有的会与地球相遇，很快地冲进地球的大气层，与气体分子激烈摩擦燃烧，发出巨大的热和光，象团火球似的，形成了极为壮观的火流星。由此看来，火流星是与小行星有着亲属关系的。

人们通过研究，还能测出流星体是多少万年前碰撞瓦解的小行星。在太阳系空间，有一种强大的宇宙射线，如果是体积较小的石块或铁块，宇宙射线可以穿透它。在小行星瓦解以前，由于它们的体积较大，它们有的半径由几公里到几百公里，这种宇宙射线穿不进去；但当小行星碰撞瓦解，变成无数碎块以后，就会受到宇宙射线的照射，在碎块中产生各种放射性同位素。人们用科学仪器，就可以测出它们瓦解时的年龄来。例如，1971 年 5 月 2 日落在我国贵州安龙县的一块陨石，经我国科学工作者测定，它是在 300 万年以前由一颗小行星瓦解形成的。

由这个事实告诉我们：产生火流星的流星体也有一部发展变化的历史，并没有什么神秘，完全可以被人们认识。以前反动封建统治阶级宣传的火流星是什么“神仙下凡”，完全是骗人的鬼话。

当流星体进入地球大气层，点燃了自己的身躯，使人们看见它的时候，也就结束了它成为太阳系里一个成员的生

命，投入了地球的怀抱。

因为流星体是太阳系空间中的一种小天体，研究它，从它的分布、大小、质量和运动规律，对我们研究太阳系起源和演化都有很重要的意义。

另外，由于一般流星开始发光，都是在120公里左右的高空，到了80公里左右就消失了。根据流星的观测资料，对地球大气层的结构和物理状况的研究都是很重要的，可以帮助我们弄清楚大气的密度、温度、风向和风速等等，对气象研究很有用处。而且人们还可以利用流星体在大气中飞行时形成的由电离气体和碎片所组成的电离余迹，进行无线电通讯。所以对流星的研究不仅对太阳系的起源和演化有意义，而且对于国民经济和国防都有现实意义。

为什么要研究小天体？

小行星、彗星和流星体同太阳系中的九大行星比较起来，都是质量很小的天体，统称为小天体。近年来，天文工作者对它们的研究十分重视。因为人们逐渐认识到小天体里保存着太阳系诞生时期的重要资料，对研究太阳系早期历史具有重要意义。

这是什么道理呢？

当行星和卫星形成的时候，在它们内部当然也会保存

着不少关于它们诞生时的物理化学状态，但是这种状态今天或者接触不到，或者大部分已经改变了。在行星的核心里，虽然保存着它们诞生早期的物质，但即使将来载人飞船在其他行星上着落，也无法接触到它的核心，因而无法了解它们诞生早期的物质状态。另一方面，行星内部的物质运动和对流过程，也可以把原来保存的物质状态全部改变。就拿地球和金星来说吧，由于地质变化和大气的风化作用以及雨水冲刷，已把它们表层所有关于它们诞生过程的遗迹全部毁灭了。在其他天体上，如月球、火星或者还有水星，似乎还该保留着不少诞生过程的最后阶段的资料，但也已被陨星长期的撞击所破坏了。

因此可以说，象行星这样的天体，对于太阳系早期史的研究，很难为我们提供必要的资料。

小天体的情况却完全不同，即使是由空间碰撞而产生的碎片，其中至少有些还保存着关于凝结和集聚过程中的丰富资料。在它们内部，也不会有高热和对流来破坏诞生时保留下来的物质状态，而且我们可以直接接触到它。由于在小天体中保存着太阳系早期的丰富资料，因此人们对它们的研究就特别注意。

在这些小天体中特别是流星体，流星体坠落到地球上成为陨石，它们是自己“送”上门来的“天然史书”。

陨石的年龄经多次测定，不管是石陨石还是铁陨石，一

般都在46亿年左右，真是很独特的。因此，我们可以把陨石称作“空间老爷爷”。近几年通过空间的探测，人们又测定了月球各种岩石的年龄，发现它们有大有小，最老的也是46亿年左右。通过对陨石、月亮岩石和其他资料的分析，可以知道太阳系的年龄至少是在46亿年以上。这说明研究陨石中的资料，可以比较正确地反映太阳系诞生时期的变动情况。

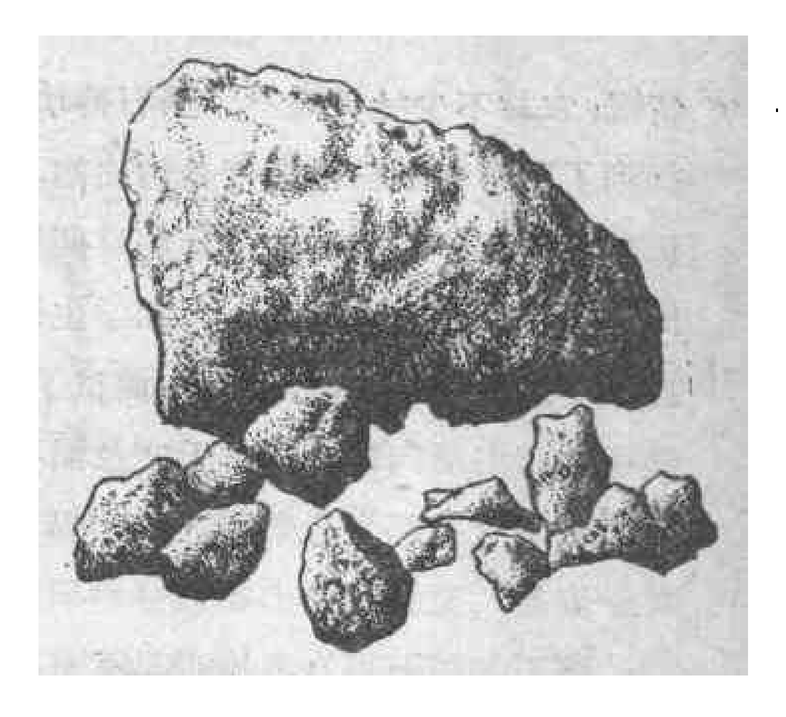
在这些古老的陨石中，有一种陨石——球粒陨石更引人注目，它们所含的非挥发元素，与太阳很相似。人们推测球粒陨石和太阳是直接从太阳星云凝聚而成的，球粒陨石是一种较原始的凝聚团块，是我们行星的“胚胎”物质，含有太阳系早期丰富的“考古学”记录，因此可以从中分析46亿年前太阳星云凝聚时的温度、压力等物理状况，以及它的化学环境，并重新展示太阳、地球诞生时的情景。

近年来，通过对小天体的研究，为原始太阳星云的状态提供了丰富资料，大大推动了人们对原始太阳星云的研究。

陨石是从哪里来的？

1976年3月8日，在我国东北吉林地区，降落了一次世界历史上罕见的陨石雨。这天下午三时许，一个耀眼的大火球出现在吉林地区上空，从东向西很快地飞行，火球消

失后不久，突然传来了惊天动地的爆炸声，接着是一阵闷雷般的轰隆声，持续有4～5分钟之久。听见爆炸声后，人们就看见石头象稀疏的雨点般溅落下来，其中最大的三块，继续沿

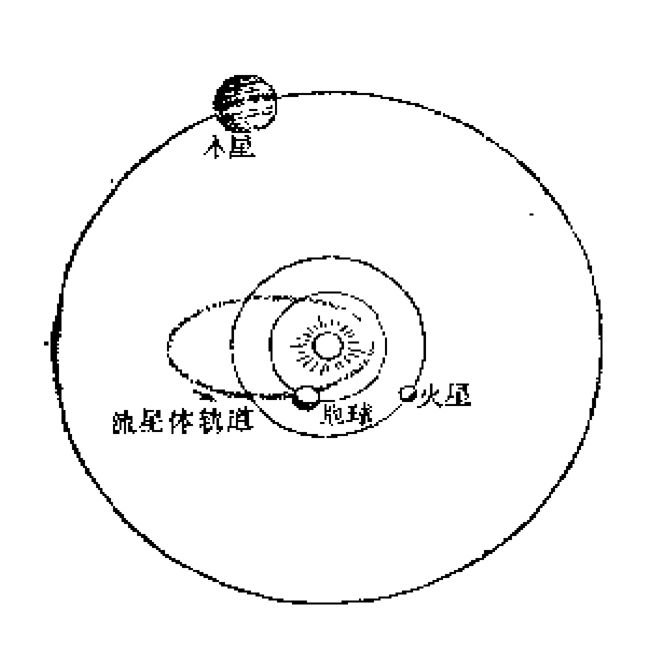


着原来飞行的方向，向西飞去，先后落了下来。最后落下来的一块穿破了1.7米厚的冻土层，陷入地下6.5米深处，地面上留下来一个直径2米多的凹坑。当时震起的土浪高达数十米，象个大蘑菇云，土块飞溅到100米以外。事后，收集到的陨石有100多块，其中最小的重量在0.5公斤以下；三块大的，每块都超过了100公斤，最大的一块重量是1770公斤，比美国收藏的世界最大石陨石要重690多公斤。

陨石雨的降落是在短暂的时间内突然发生的。及时、准确地观测和记录陨石雨降落的种种现象，这对于陨石科学的研究具有极其重要的价值。这次吉林陨石雨降落的第一手材料，都是广大工农兵群众积累起来的。经过无产阶级文化大革命锻炼的广大群众，既不迷信，也不惊慌，立即细心地作了观测和记录。部队的飞行员研究了火球飞行的

情况；农村不少社员观察了陨石碎块和粉末下降的现象，试探到了陨石落地后的温度是灼热的。当地的地震台准确地记录了陨石冲击波到达地面的时间和一号陨石落地的时间。成千上万的社员、干部和学生到处搜集陨石标本。有些工厂还分析了陨石的成分，测试了陨石的比重和磁性等。知识青年主动向群众宣传天文及陨石常识，批判唯心论和天命观。这些都为考察研究工作提供了非常宝贵的经验和科学依据，充分显示出群众办科研的巨大力量。

陨石和陨石雨在我国很早就有正式的记载。早在两千多年前的春秋时期，古书上就写下了陨石坠落现象："（鲁僖公）十有六年。春。王正月。戊申。朔。陨石于宋五。"即公元前644年正月初一在宋国落下了五块陨石。这是我国最早的陨石雨记载。



我国不仅有丰富的陨石资料，更可贵的是远在古代，我国人民就已经用唯物的态度认识到陨石是从天上掉下来的石头，例如战国时期的思想家荀况，第一次以朴素的唯物主义观点，揭示了陨石的性质，指出陨石的降落是一种自然现象。到了汉代

人们又进一步有了“星坠至地，则石也”的科学见解。

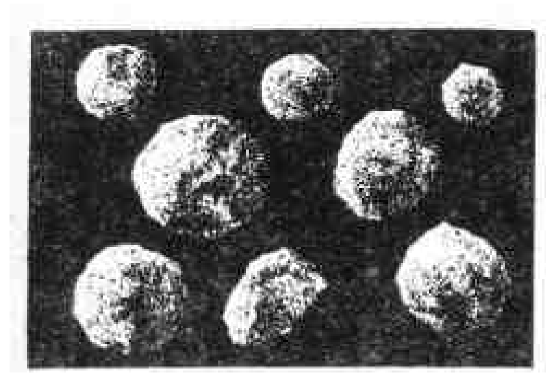
到了现代，人们还希望进一步了解，陨石在落下来以前，究竟是在什么地方的呢？

经过长期的科学实践与观测，这个问题已经初步搞清楚了。

我们知道，地球和水、金、火、木等其他八大行星及卫星、彗星、小行星等一起围绕太阳运转，组成了一个太阳系。太阳系的范围很大，在这个浩瀚的空间，还有无数大大小小的石块或铁块，也在绕着太阳运转，它们被称为流星体。流星体的运动轨道一般都是椭圆形的，有时有的流星体会与地球相遇，冲进地球的大气层，与气体分子激烈摩擦，发生热和光，这就是天空中突然出现的一道弧光，在天空没有烧完掉在地面上的流星体的残余部分就称为陨石。

对流星体在太阳系空间运动的轨道，人们是怎样知道的呢？原来当流星体穿过地球大气层时，会发出强烈的光芒，人们分别在几个地方同时对着它，给它拍照，就可以测出它的运动速度和方向来，并推算出流星体在太阳系空间的运动轨道，知道流星体和九大行星一样，都是太阳系的成员。

为什么天上有时落下石头，有时落下铁块？



放大的球状颗粒

1970年在江苏省东台县落下一块陨石，它就象一块石头。而1964年在广东省英德县，发现一块从天上落下的陨石，却象一块大铁块，现在还陈列在广州市广东省博物馆里。为什么天上有时落下的是石块，有时落下的又是铁块呢？

陨石的种类很多，在世界各地收集到的1000多块陨石中，可以分为几十种类型。不过按成分来看，大体可分为三大类。

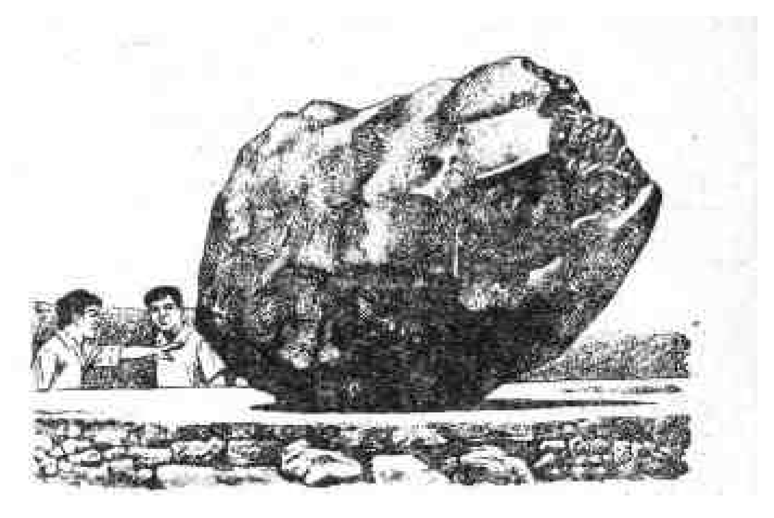
第一大类是石陨石，主要由硅酸盐物质组成，有点象石头那样。石陨石主要是球粒陨石，在这种陨石内部散布着许多球状颗粒，球粒直径从零点几毫米到几毫米，小的象砂粒，大的有豌豆那么大。这种球粒结构很特殊，在地球的岩石中还没有找到过哩。

在人们看见落下并找到的陨石中，球粒陨石落下的次数占84%，可以说，天上每落下13次陨石，其中11次是球粒陨石。

球粒陨石中的球粒，是很重要的特征，它们是怎样形成

的？这一直是个难解的谜。

人们经过种种研究，发现这些球粒一般是水滴形状，偶然还有一个球粒被另一个球粒镶入的情况。



落在新疆的铁陨石

人们又深入研究球粒的矿物和结晶情况，推断出球粒原来是熔化的液状滴粒，以后迅速冷却结晶而形成的。

第二大类是铁陨石，主要由金属铁镍组成，看起来就象一块铁。铁陨石的一个重要特征是镍的含量比地球上自然铁的含镍量高得多。地球上自然铁中镍的含量最高不超过3%，往往在1%以下，而铁陨石里镍的含量却超过5%，甚至超过30%，可以说铁陨石是一块块"宇宙合金"。

大多数铁陨石还有一种特殊的标志：如果把它们的表面磨光，磨得象镜子一样发亮，然后用某种酸，例如硝酸的稀释溶液把这个光面浸上5～10分钟，铁陨石就会露出"庐山真面目"，在它的表面上会出现一种花纹，这种花纹由交叉条带组成，呈网状，而条带又被一些发亮的狭窄细带所围绕。这种特殊的花纹，在地球的自然铁中是没有的。一些科学工作者通过实验研究，发现熔化的镍铁在异常缓慢冷却的条件下，才会结晶出这种特殊花纹。

还有一类陨石比较少见，它们看上去就象是石块和铁的混合体，这类陨石叫“石铁陨石”。这种陨石中，石质的硅酸盐物质和铁镍物质的含量差不多，它们有各种形态，其中一种叫“橄榄陨铁”，它象是一块铁海绵，中间的空洞被圆形或多角形的玻璃状矿物——黄绿色的石质颗粒填满了。另一种叫“中陨铁”，它的“身体”是石质硅酸盐的，同时在全身又散布着许多镍铁颗粒。

这三大类陨石之间，不是毫无联系的。大多数球粒陨石中都有铁镍颗粒，石铁陨石中的镍铁颗粒更明显，至于铁陨石，主要就是铁镍。从这三大类陨石的化学成分来看，它们在演化史上有一定的关系。

有些科学工作者通过研究推测，认为这与太阳系形成的过程有关。在50亿年前，一团十分庞大的气体尘埃云，在引力作用下正在收缩，中心形成年轻的太阳，四周的尘埃分别聚集成无数的尘埃球，尘埃球不停地运动着，速度相当高，比子弹还要快几十倍。一旦尘埃球与尘埃球相遇，有时会出现猛烈碰撞，产生很大的热量，使尘埃球熔化，溅射出“砂粒”到“豌豆”大小的熔化滴粒，这些滴粒迅速冷却，成为比较结实的球粒。

球粒形成后，又开始新的历程，其中有一些会激烈碰撞瓦解，而另一些球粒和一些金属镍铁颗粒相互聚集起来，就象一滴水、一滴水最后聚集成汪洋大海那样，逐渐有相当一

部分球粒经过聚集—瓦解—再聚集的曲折过程，逐步由小变大，成为象地球、金星、火星这样半径为几千公里的行星，我们人类的摇篮——地球也就这样诞生了。所以说，地球虽大，但也是由"小米"大小的球粒聚集而成的。在以后漫长的岁月里，它的内部不断地变化，逐渐演化成为今天的地球。

在火星与木星之间，球粒聚集成一群半径从几百米到几百公里的小行星，在它们的内部有不少放射性元素，会放出热量。几百公里大小的小行星，由于半径较大，内部的热量不容易散发出去，热量的积累逐渐使内部温度升高，物质处在熔化状态或半熔化状态，金属镍铁较重，夹带部分其他物体逐渐下沉，而另一部分较轻的石质物质逐渐上升。这样，就在这些小行星的内部发生了分化，出现一个铁镍核心或石、铁核心，核心的外面是石质的包层。当放射性元素发出的热量逐渐减少，小行星内部温度就会慢慢地下降，里面的铁镍慢慢地结晶，形成独特的花纹。从这种特殊花纹的分析，可以推算出当时的冷却是很慢的，要1万年到100万年才下降1度。在许多较小的小行星内部，由于热量散发较快，物质并没有熔融和分化，仍然保持着球粒结构。在以后几千亿年的漫长年月里，一些小行星相互碰撞，瓦解成无数的碎片，大部分成为石陨石中的球粒陨石，另外一些成为其他石陨石、石铁陨石和铁陨石。这些碎片有的

改变了轨道，与地球相遇，穿过大气层落到地球的表面上来，所以我们有时看见天上落下的是石块，有时又会落下铁块。

这形形色色的陨石样品，为人们研究太阳系的来龙去脉，提供了宝贵的资料。如果我们发现了陨石，可以报告南京紫金山天文台，以便进行科学研究。

为什么说陨石中有机物与宇宙生命的起源有关系？

除了地球，另外的天体上有没有生命呢？这是人们关心的一个问题。

其实，生命的出现并没有什么神秘，唯心论者宣扬生命是上帝创造的，这是骗人的鬼话。实际上，生命的物质是由非生命物质逐步演变来的，是自然界长期发展的结果。今天的科学实践认识到，地球上生命的起源大体经历了这样的历程：开始是无机物，如水、一氧化碳、氨、氢等，在一定的条件下转化为简单的有机物，如氨基酸，再逐步向复杂的生命物质演变。

地球外的天体，只要具备一定的条件，无机物同样会逐步向生命物质演变，近几年，在几块碳质球粒陨石中发现了

有机物，就是一个有力的证据。

碳质球粒陨石是一种较特殊的球粒陨石，这种球粒陨石是黑色的，容易碎裂，含有一定数量的碳和水，但是这里面的水并不呈液状，而是与其他化合物结合在一起的。1969年9月落在澳大利亚的一颗陨石，就是这种陨石。人们经过分析研究，在其中发现了18种氨基酸和其他有机物，如甲醛等。氨基酸是组成生命的基本单元——蛋白质和核酸的基本物质。蛋白质中的20种氨基酸，在碳质球粒陨石里面有五、六种含量是丰富的，这说明地球以外的天体只要具备适当的条件，就可能逐步发展出生命来。

人们不仅能够认识宇宙生命的秘密，而且还能逐步掌握无机物向生命物质演变的规律，今天人们已经可以成功地进行多种实验，用人工的方法将无机物合成有机物，其中一种就是在陨石尘的条件下，用催化反应将一氧化碳、氢、氨等无机物，合成产生陨石中发现的大多数有机物，如氨基酸、碳氢化合物等等。

因此，研究陨石中的有机物，与宇宙的生命起源有着很重要的关系。随着科学技术的发展，在这方面的研究，将可作出更多的贡献。

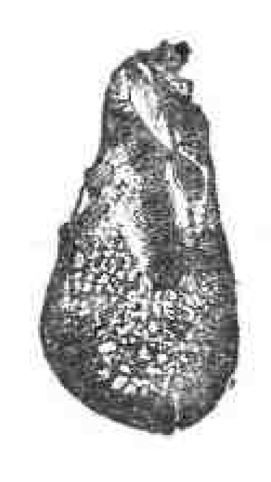
海南岛的“雷公墨”是“天外”飞来的吗？

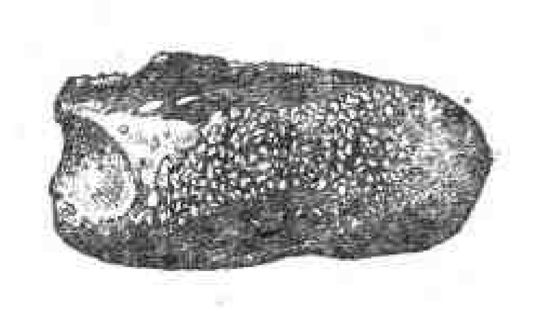
在我国的海南岛和雷州半岛的一些地区，人们有时会拾到一块块暗褐色的坚硬小石块，打碎时，断面光莹可爱。它们是一种天然玻璃，这种玻璃就是有名的“雷公墨”。

雷公墨在我国古代已引起人们的注意，早在唐朝刘恂所著《岭南录异》一书中已有很好的记载：“雷州骤雨后，人于野中得石如黳〔yī〕石，谓之雷公墨。扣之铮然，光莹可爱。”这本书是1000多年前写成的，也是雷公墨在世界上最早的记录。

过去人们以为雷公墨是天上落下来的，所以又叫它“玻璃陨石”。雷公墨真的是从“天外”飞来的吗？

要搞清楚它们的来历，就应该分析雷公墨的性质。雷





公墨一般有几厘米大小，重量从几克到几十克，比重为2.4，较一般陨石小，形状有各种各样，有核桃壳状、薄片状、水滴状、圆饼状、不规则形状等等。不过，不管它们的形状如何，绝大多数雷公墨的断面，都近似于水滴状断面和流线型体型。可以推想，它们曾经是呈熔融状态在空气中飞行，并迅速冷却而形成的。

雷公墨的另一个特点，是表面的流动结构，表现出成组的线纹。

从化学成份来看，雷公墨与一般陨石很不相同，而与地球上一些砂岩比较接近。

另外，在原子弹爆炸的地方，人们还发现原子弹爆炸时曾把地表的岩石熔融成近似雷公墨那样玻璃性质的石块，这种"人造雷公墨"，甚至可以与天然的雷公墨相媲美。

世界上已经发现的"玻璃陨石"数量很多，现在已达65万块以上。除了在我国发现的"雷公墨"外，在中南半岛、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾等地，也发现了"玻璃陨石"，而且这一带的"玻璃陨石"成分都很接近，人们还测定了它们的年龄，大约是70万年。

通过对"玻璃陨石"的分析，人们推测在70万年以前，有一块大陨石或彗星与地球相遇，猛然冲击这一带某个地方，产生很大的热量，把这个地方的表层砂岩熔融，并且飞溅到高空，在空气中飞行和迅速冷却，然后象雨滴一样落到附近

地面上。

因此，"玻璃陨石"不是直接从"天外"飞来的，而是大陨石或彗星在地球表面冲击出来的，是一种"加工"的产品。"玻璃陨石"这个名称并不恰当，倒不如叫它"陨石冲击出来的玻璃"，不过这个名称太长，叫起来不方便，而且人们已经叫惯了，只要以后我们看到这个名称时，记住它实际上是"陨石冲击出来的玻璃"就行了。

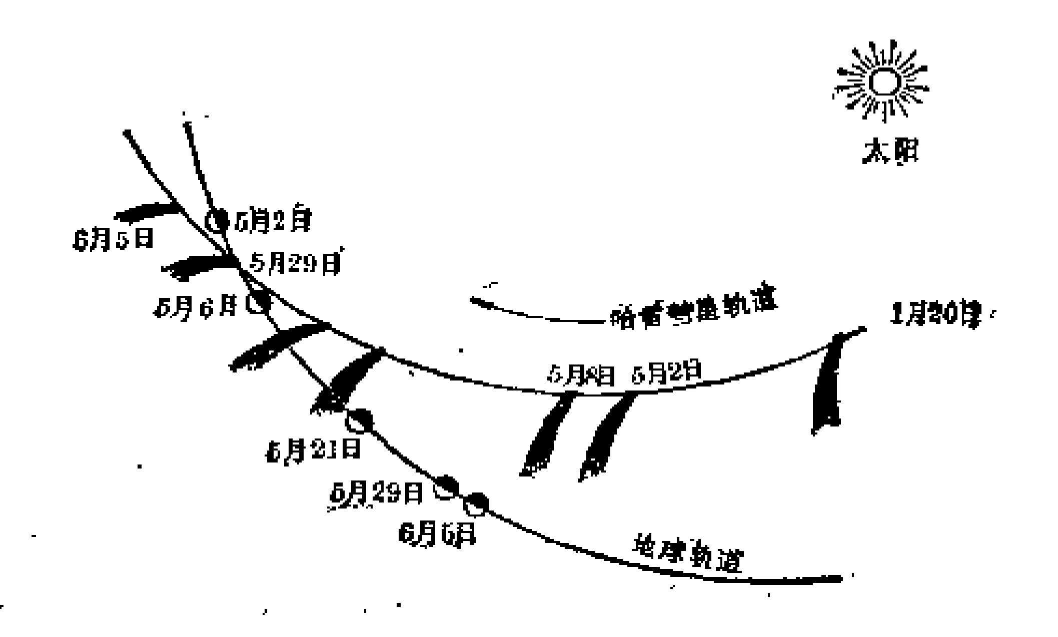
彗星或大陨石和地球相撞会造成灾害吗？

前面我们谈到的"雷公墨"，它是由大陨石或彗星冲击地球表面砂岩形成的。那末，这样大的陨石或彗星与地球相撞不是很危险吗？而且彗星的数目又非常多，有的体积又异常大，有的尾巴长得出奇，再加上彗星的轨道多种多样，而且还在不断地变化，彗星和地球相撞，或是它的尾巴扫过地球的机会不是很多吗？

曾经有不少人为此担心，以为一旦与之相撞，地球就会受到灾害，粉身碎骨。历来的反动统治阶级更是常常利用一些罕见的天象，来宣扬唯心主义的天命论，制造一些"世界末日"的谬论，说什么地球如果与什么天体相撞就会毁灭，以此来愚弄和恐吓人民群众，妄图转移人民群众革命斗志，延长他们的反动统治。我们说，这完全是一派谎言，是

骗人、吓人的鬼话！至于有些人因为不了解情况而担心，那也是不必要的。

毛主席教导我们：“**我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导，一进了门就要抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法。**”彗星是由彗云、彗发、彗核和彗尾组成的。如果地球碰到彗星无论那一部分就说是相撞的话，这种事倒并不罕见。如果地球穿过彗尾，由于彗尾是极稀薄的气体，我们甚至完全没有感觉到它就过去了；有些彗尾可能含有氰基和一氧化碳的气体，然而这与某些国家被工业污染了的空气相比，那也没有什么了不起。事实上，地球已经多次穿过彗尾了。例如1910月5月18日，地球就穿过了哈雷彗星的尾巴，当时彗尾有2亿公里长，显然是扫到了地球。但是，当时人们并没有什么异常的感觉，大



气毫无变化，同时也没有发生任何特殊的现象。

如果是彗核和地球相撞的话，彗核要是很小，当它进入地球大气层时，与大气剧烈摩擦，发生燃烧，那也不过是普通的流星；也许在没有到达地面前，就化为灰烬了。前面说到的地球穿过比拉彗星轨道，与比拉彗星分裂的碎片相遇，降下了一阵长达数小时的流星雨，不也是对人类没有什么损害嘛！再说，如果彗核是固体的，并且它的直径大到1公里以上，地球被撞击的地区，也不过引起轻微的局部地震而已。然而，我们的太阳系范围是那样大，这种彗星与地球相撞的机会是极少极少的。而且地球上70%的地方是海洋，只有30%是陆地，人口密集的地区占的比例更少。所以，彗星撞到人口密集的地方的机会就更少了。

再从彗星的质量来说，一颗彗星的质量大约是几百亿吨到几十万亿吨。看起来，是直径几十公里的庞然大物，但是，它和地球一比，就显得太小了。地球的质量有60亿亿吨，起码比彗星大几亿倍，彗星碰地球，就好象一粒小石子掉在一座大建筑物上，对建筑物来说，没有什么大的影响，更谈不到整个建筑物的毁灭了。

而且，这类事件是非常罕见的，要几十万年到几百万年才可能发生一次。例如，前面谈到的“雷公墨”，是发生在70万年前的事，也不过留下来一些“玻璃陨石”，地球还是好好地存在到现在了。又如，1976年3月8日发生在我国

吉林地区的一次世界上罕见的陨石雨，它散落的地方范围有几百平方公里，包括7个人民公社，人口达10多万，落下的陨石中已找到的就有100多块，最大的一块重达1770公斤，但是，没有造成任何伤害和死亡。

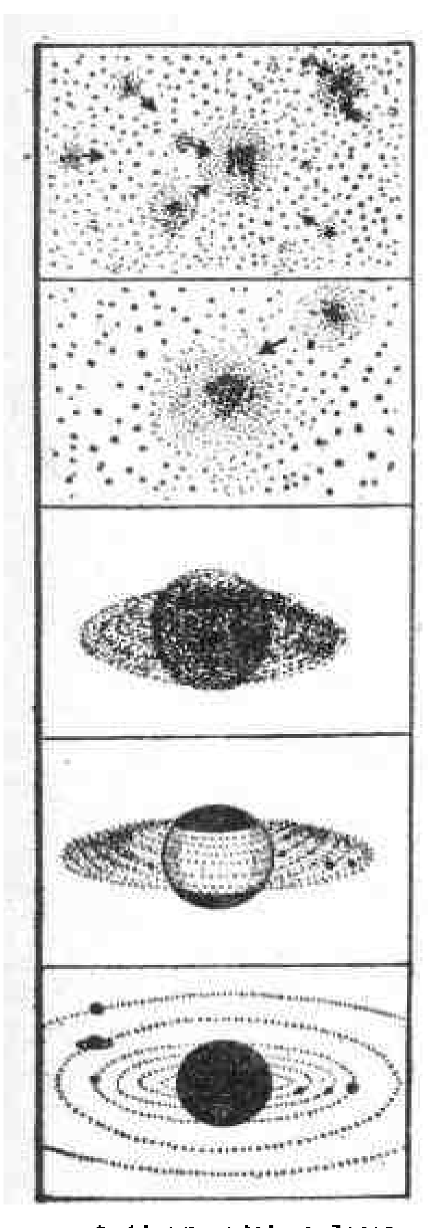
从上面这些事实看来，所谓彗星或大陨石与地球相撞，造成"世界末日"的谬论，完全是骗人的谎言。虽然历史上发生过彗星或大陨石与地球相撞的事，然而地球不是还照样地绕着太阳运转吗？随着科学技术的日新月异，人们对天体演化的认识逐步深入，将来人们完全可能掌握小天体和彗星的运动规律，并且直接驾驭这些小天体，把它引向别的轨道，那就更用不着担心小天体与地球相撞了。

太阳系是怎样形成的？

辩证唯物主义认为，任何事物都有它的产生、发展和衰亡的过程，太阳系也不例外。

那末太阳系是怎样形成的呢？目前虽然众说不一，但我们认为太阳系是由弥漫星云逐渐形成的。

太阳系是由一个弥漫星云形成的假说叫"星云说"。1755年德国哲学家康德，在《宇宙发展史概论》一书中第一次提出太阳系起源的"星云说"。康德认为整个太阳系，包括太阳在内，是由同一个星云主要通过万有引力的作用逐



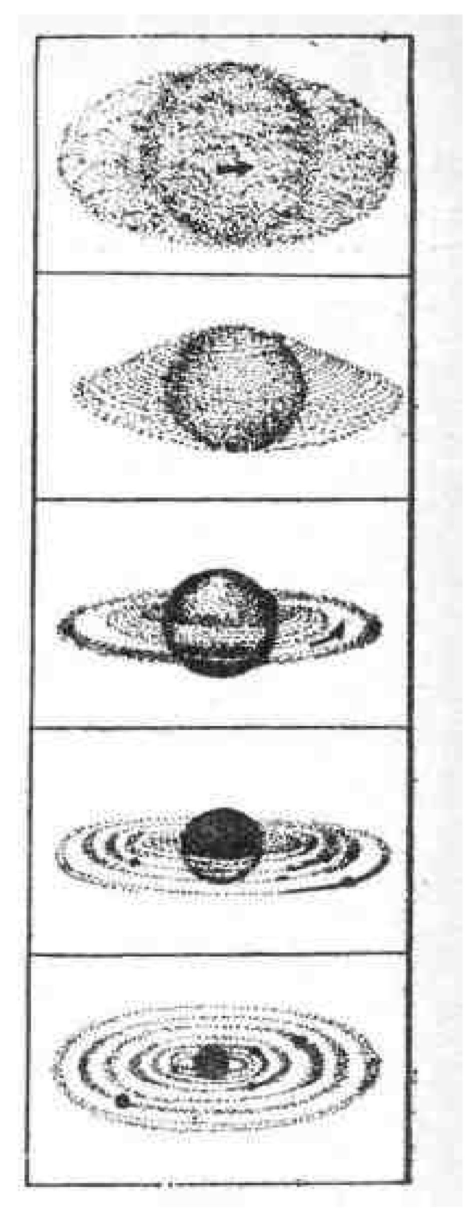
康德星云说示意图

渐形成的。形成太阳系的原始星云，是一团大大小小的微粒构成的弥漫物质，较大的质点把较小的质点吸引过去，逐渐形成大的团块，团块在运动中经常相互碰撞，有时碰碎了，有时结成更大的团块，太阳就是在这个星云的中心凝聚成的一个吸引中心，其他质点在向这个吸引中心下落时，路上会碰到另外的质点，受另外质点的碰撞和排斥，改变了方向，斜着下落，围着太阳转动起来，开始转动的方向是多种多样的，后来逐渐出现了一个主要运动方向，在太阳周围形成一个扁扁的云状物，后来凝聚成一个个行星，形成了太阳系目前的状态，并且还在不断发展着，直到它的衰亡。

康德的“星云说”不仅在科学上有重大意义，特别是在哲学上也有很大意义。康德用吸引和排斥这对矛盾的斗争来解释太阳系的演化，使人们正确认识天体不仅在不停地运动着，而且在不断地变化中。这是辩证法宇宙观突破自然界是绝对不变的形而上学宇宙观的一个重大胜利。伟大导师恩格斯给以很高的评价，恩格斯说：**“康德关于目前所有的天体都从旋转的星云团产生的学说，**

是从哥白尼以来天文学取得的最大进步。”

继康德之后，1796年，法国数学家拉普拉斯也提出了一个太阳系起源的星云说。拉普拉斯认为，太阳系是由一个灼热的气体星云形成的，最初星云的体积比太阳系大得多，大致是球状，温度很高，缓慢地自转着。后来星云逐渐冷却和收缩，星云收缩时转动速度逐渐增加，惯性离心力越来越大，在惯性离心力和密度较大的中心部分对外部的吸引力的联合作用下，星云越来越扁，最后，当边缘部分的离心力大于中心对它的吸引力时，就抛出一个环绕中心旋转类似土星光环的气体环。以后，随着星云的不断冷却和收缩，这种分离过程一次次重演，于是就产生了和行星数目相等的环，每个环大致位于目前各行星的轨道上。最后，星云中心部分形成了太阳，各个环内物质逐渐集结，形成了地球和其他行星。


拉普拉斯星云说示意图

康德、拉普拉斯因局限于当时社会历史条件和科学技术水平，他们所提出的“星云说”在科学内容上还有不少问题。例如：康德学说中认为行星公转的原因，是由于质点下

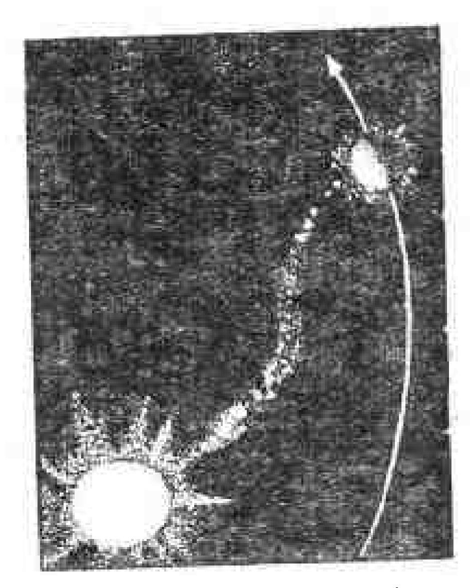
落时受其他质点碰撞而造成的，这是错误的。实际上整个原始星云的自转才是行星公转的主要原因。拉普拉斯学说把原始星云说成是灼热的气体球也是错误的，根据现在的研究，原始星云应该是很冷的，由于不断收缩才逐渐变热。这两个学说也都未解释太阳系的角动量分布(见第154页)问题。但康德和拉普拉斯"星云说"为现代天体演化的研究奠定了基础。近百年来，许多人相继提出了很多新的太阳系起源的星云说，在二十世纪以来就提出了20多个，它们不断地纠正康德和拉普拉斯"星云说"内容上的错误，同时又各自强调某种物理过程或化学过程。但至今还没有一个理想的、完全符合观测实际的假说。

目前，我国和世界上有许多人仍在研究太阳系起源的"星云说"，相信，随着阶级斗争、生产斗争和科学实验的不断深入发展，人类一定会在康德和拉普拉斯"星云说"的基础上，提出一个比较完善的太阳系起源的"星云说"。

太阳系是某种偶然事件的产物吗？

在太阳系起源的学说中，还有一种学说，认为太阳系是某种偶然发生的事件的产物；或认为太阳系是在某种罕见的巨大变动中发生的。这种学说，统称为"灾变说"。

主张灾变说的人，绝大部分认为太阳先形成，后来，另



外一颗恒星走到太阳附近，引起太阳向外大量抛射物质，这些物质就形成了行星和卫星。例如，1916 年有个英国人提出的“灾变说”，认为约在 20 亿年前，有一颗恒星走近太阳，并从太阳正面拉出物质，形成了“纺锤”形的长条。在那颗恒星逐渐远离时，这纺锤形的长条朝着恒星离去的方向弯曲，并获得了绕太阳旋转的初速度，以后在长条内形成了各个大行星。由于“纺锤”中间粗，两头细，所以中部形成了较大的木星和土星；两头形成了较小的水星、地球、火星、天王星和海王星。这之后，又有一些资产阶级天文学家提出了一些新的“灾变说”，每一个都增加了更多的偶然因素。

从上面我们可以看出，提出“灾变说”的人，为了解释行星的形成，竭力在偶然性和外部原因上做文章。为了解释目前太阳系的某些现象，他们可以坐在房间里想入非非，不断地在他们设计的方案中增加新的偶然因素。这是典型的唯心主义和形而上学的观点。毛主席教导我们：**“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”**“灾变说”在片面地强调偶然性的同时，又片面地强调外部因素的作用，这更是道地的形而上学的观点。

近代天文学的研究结果表明：除银河系核心附近外，银河系中恒星的空间密度都是很小的，平均几光年边长的立方体内才有一颗恒星，所以两颗恒星接近到能引起从太阳拉出物质形成行星系统的机会非常少。根据计算，需要2600万亿年才可能遇到一次。这就表明，行星系统由太阳和一个恒星的一次灾变造成的可能性是小极了。进一步的计算还表明，要从太阳中拉出足够的物质来形成行星，大部分物质应当是从太阳内部温度高达100万度的地方出来的，而温度这样高的物质很快就会扩散，根本不能成为一个长条，也不能成为一个环绕太阳的气体盘。再退一步讲，即使是形成了长条，并最后形成了行星，计算表明，这样形成的行星轨道都应该是很扁的椭圆，根本不可能象目前的太阳系的行星轨道都是接近于圆形的椭圆。

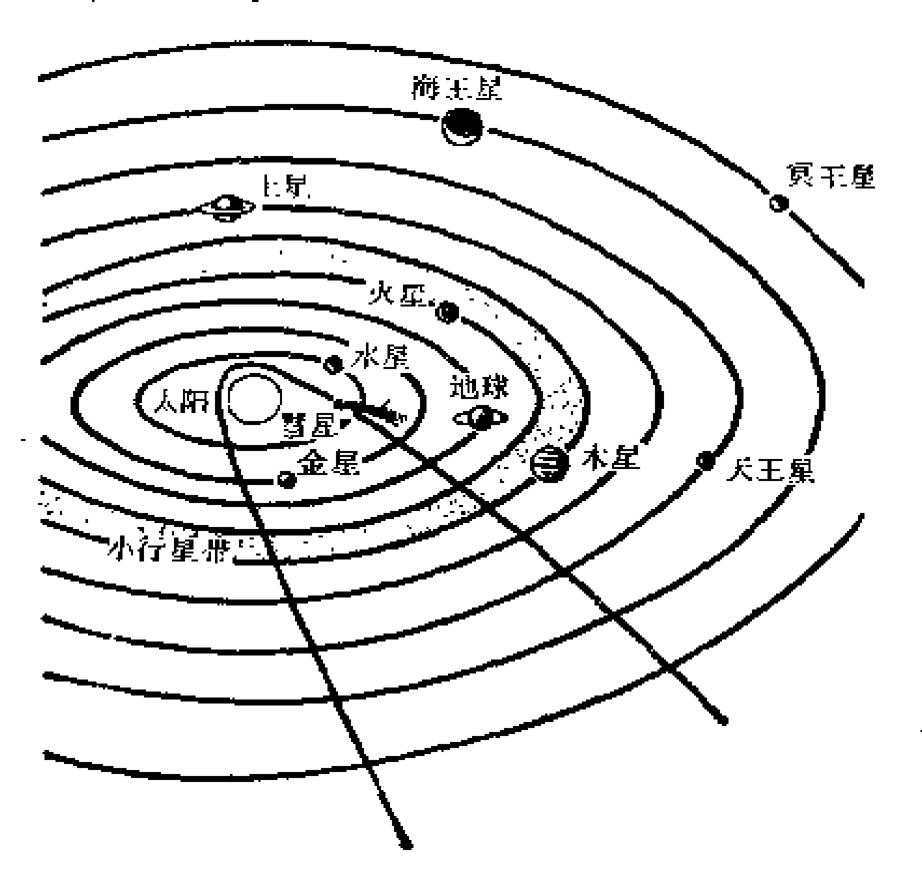
近百年来天文学的发展表明，在离太阳较近的少数恒星中，就有十几颗恒星周围有伴星。我们现在虽然看不见这些伴星，但从恒星的运动轨迹可以知道它们的存在。这些伴星中有一部分很可能是行星。这表明了银河系内的行星系统是很普遍的现象，绝不象"灾变说"所宣扬的那样，是极为偶然的现象。

这些都说明了"灾变说"是和客观事实不相符合的，科学的发展，又一次宣告了唯心论的破产。

太阳系的范围有多大？

我们生活在地球上，地球是太阳系的一个成员。在太阳系的家族里，除了围绕它旋转的九大行星外，还有许多彗星、流星和小行星。

人们很早就懂得，行星在天空中运行越快，就表示它离太阳的距离越小；反之，距离太阳远的行星，它们的运行速度就比较慢。那末，太阳系究竟有多大呢？它包括哪些成员？这些问题，随着科学的进展，人们逐步地扩大了视野，才有所认识。



远在公元十七世纪以前，那时望远镜还没有发明，由于科学水平的限制，人们用肉眼只能看见五颗行星，因此一直认为太

阳系中只有五大行星，加上地球一共是六颗行星，以为太阳系的范围就只有这么大。它们离太阳的顺序是水星（我国古名“辰星”）、金星（古名“太白星”）、地球、火星（古名“荧惑星”）、木星（古名“岁星”）、土星（古名“填星”），离太阳最近的是水星，离太阳最远的是土星。这就是说，土星是太阳系的边界。这个“边界”，现在看来，这只不过是肉眼所能见到的太阳系的范围。

地球离太阳的平均距离有 14960 万公里，天文上通常把这段距离作为测量太阳系天体距离的一种尺度，称为一个天文单位。如果按照每秒 30 万公里的光速来说，从地球到太阳要 8 分多钟；如果乘坐每小时行驶 100 公里的特别快车，从地球到太阳要足足走上 170 多年。而土星离太阳更远，距离达 9.54 天文单位，光线也需要 1 小时 20 分钟才能跑完这段路程。如果乘坐每小时 100 公里的火车，从土星到太阳的时间大约需要1620 年！

太阳系的范围就这样大吗？

毛主席教导我们：**“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。”**

公元 1781 年 3 月 13 日，人们发现了天王星。由于因循守旧势力的阻挠，经过很久的迟疑，才公认它是一个大行星。因而太阳系的范围扩大到天王星，也就是到达离开太阳有 19.18 天文单位的距离处了。

1846年9月23日发现了海王星。1930年3月13日，人们又发现了冥王星。这些新发现，给天文学的发展增添了新的一页，人类对太阳系及其范围的认识又扩大了。太阳系的边界扩大到39.44天文单位。

冥王星外还有没有大行星？太阳系的范围究竟有多大？经过天文工作者的反复计算，发现太阳系的范围至少有4500天文单位。这个数字要比目前冥王星的轨道大上100多倍。如果考虑到在太阳系外部区域还有稳定运动的小质量天体，那末太阳系的范围可能达到15万天文单位。由此看来，太阳系的成员是大大缺额了，这同具有13个卫星的木星系统，其中有4个卫星处在木星的不稳定的边界相比，成了鲜明的对照。

人类对太阳系范围的认识，随着科学的发展逐步扩大，如果有朝一日，发现了冥外行星，那将与发现海王星和冥王星一样，载入天文学发展的史册，人类对太阳系的认识又会向前迈进一步。

太阳系角动量的分布有什么特点？

当我们在观看花样滑冰运动员在作原地旋转时，总是看见运动员先伸开双臂，一只脚着地，使身子转动起来，然后缩进双手，贴紧身子，转速就会加快。我们观看杂技表演



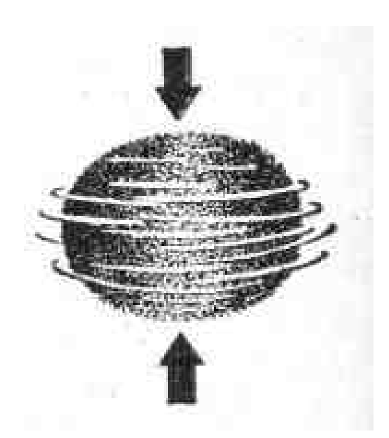
时，也见到类似的现象，杂技演员腾空而起翻跟斗的时候，在空中总是把身子蜷曲起来以加大转速，而在落地时就放开身子使转速减小，以便平稳站住。花样滑冰运动员和杂技演员掌握了什么秘密呢？

一点也没有秘密。他们只是利用了一条称为"角动量守恒定律"的物理规律罢了。什么是角动量呢？当物体围绕着某一个中心作旋转运动时，有一个表示旋转情况的物理量，就叫做角动量。角动量等于物体质量与旋转速度和物体离开旋转轴心（即旋转物体半径）三者的乘积。在由许多旋转物体组成的系统中，如果没有外力的影响，各物体角动量的总和是永远保持不变的，这就称为"角动量守恒定律"。因而花样滑冰运动员和杂技演员缩进双手或蜷曲身体时，由于旋转身体的半径减少，而角动量不变，因此他们旋转的速度就一定会增快。物理定律是客观规律，你不妨试试看。



那末，角动量守恒定律和太阳系又有什么关系呢？原来太阳系也是一个旋转系统。

地球在不停地转动着，一方面绕着



太阳在空间不断地兜圈子，称为公转，一方面又象陀螺一样绕着自己的轴线不停地旋转，称为自转。地球的公转，严格地说，是地球和太阳共同在绕着它们质量中心转动。因而太阳本身也有着公转运动。其实，自转和公转这两种旋转运动表现在太阳系所有的成员身上。

太阳、地球、行星、卫星等等太阳系成员身上表现出来的旋转运动是彼此孤立无关的呢，还是有着内在的联系呢？

将角动量守恒定律运用到太阳系，可以得出这样的结论：太阳系所有成员角动量的总和应该是不变的。我们现在所认识的太阳系的形态，只是整个太阳系发生、发展演化过程中的一个阶段。太阳系的起源与演化只能是形成太阳系内部矛盾运动的结果，而不能将太阳系的形成建立在极为罕见的外界影响上。因而，太阳系在整个形成和存在期间，应该认为没有受到足以使它的总角动量发生明显变化的外界影响。目前分布在太阳系各天体身上的角动量总和，应该与形成太阳系物质最初所具有的角动量总和是一样的。因此，太阳系起源和演化的学说，应该能够说明太阳系各天体身上的角动量分布是怎样形成的。

如果我们将行星公转、自转和它所携带的卫星的角动量之和，看作是该行星的角动量，而把太阳公转和自转的角动量之和看作是太阳的角动量，那末，太阳系各天体角动量

占太阳系总角动量的比例，可以列表如下：

天体	太阳	水星	金星	地球	火星	小行星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
%	0.73	0.0028	0.058	0.085	0.011	0.014	61.0	24.8	5.36	7.97	0.046

从上表所列的太阳系各天体角动量的分布中，我们可以看到一个非常奇特的现象：占整个太阳系已知天体质量99.86%的太阳，它的角动量还不到太阳系角动量的1%；其余99%以上的角动量，都集中在行星上。而且，太阳系的角动量主要是公转的角动量，它占整个角动量的99.34%。

虽然，我们现在还没有能够很好地说明，为什么会产生太阳系角动量这种奇特的分布，但是，随着人们在实践中认识的不断深化，一定会逐步弄清楚这个问题的。

为什么太阳系以外还有其他的"太阳系"？

经过前面的一些介绍，我们对太阳系的成员已经认识了不少：大个儿的有九颗行星；小个儿的有33颗卫星；还有大小不等为数众多的小行星、彗星、流星体。所有这些大大小小的天体，都环绕着太阳转动，组成了太阳系。整个太阳系，阵容整齐，气派不小。

你也许会问：太阳系有那么多的成员，那太阳系以外

还有没有"太阳系"?

其实太阳是一个普普通通的恒星，它有行星绕它转动，可以断定，其他的恒星中至少有一部分也有行星绕它们转动，只是我们很难发现它们罢了。因为行星自己不发光，只反射恒星的光。它离我们又很远，所以要直接用望远镜来看到其他"太阳系"里的行星，在目前还是不可能的。

为了发现其他的"太阳系"，我们选择较近的恒星为观测对象，"监视"它们在天空中运动情况。

恒星周围如果有较大的行星在绕它运转，它在天空的运行轨迹应当是一条波形曲线，因为实际上是恒星和行星都在绕它们的共同质量中心转动。在太阳的近邻中，已经发现十几颗恒星，具有波形曲线轨道，因此它们周围很可能有行星。例如离我们 5.9 光年的"巴纳德星"近旁，可能就有一颗或两颗行星在绕它运转。据计算如果是一颗，这颗行星的质量约等于木星的 1.8 倍，公转周期 25 年，公转轨道是一个很扁长的椭圆；如果是两颗，质量就分别等于木星的 1.1 倍和 0.8 倍，轨道几乎是正圆形，周期分别为 26 年和 11 年。另外，如天鹅座 61 星这对双星的主星、半人马座比邻星、蛇夫座 70 星、克鲁格 60 星的主星、狮子座 AD 星等等，这些离我们较近的恒星，在它们周围也都可能有行星。在离太阳 13 光年的距离内共有 29 颗恒星（双星算 2 颗），其中就有 3 颗可能有行星。所以银河系里行星系统一

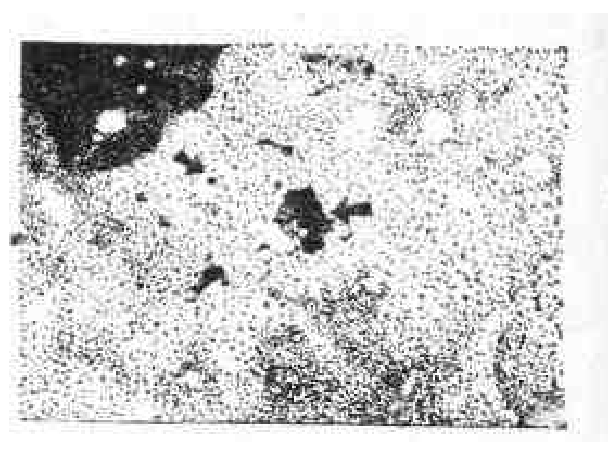
定非常多。

太阳系是由同一块星云形成的。目前有越来越多的观测资料表明：大多数恒星也是由星云形成的。一些不自转或自转很慢的星云，在收缩中可以形成一对双星，或者形成一颗恒星及其行星系统。所以在太阳系以外，完全可能存在着很多其他的“太阳系”。

恒星是怎样形成的？

在晴朗的夜晚，我们仰望美丽的天空，便会看到许许多多的星星。有的亮些；有的暗些；有的带红色；有的带蓝色等等。这些星星中除了水星、金星、火星、木星、土星等几颗行星外，其余都是恒星。恒星的质量比行星大得多，它们的温度也比行星高得多，是一团巨大的火球，不断地向天空释放大量的光和热。由于它们离我们很远，所以看到的只是繁星点点。在天空中，它给人们的直觉位置是不变动的，因而称为恒星。那末究竟它是不是永恒不变的呢？

几千年来，经过劳动人民的实践，特别是近代天文学的发展，使人们认识到，恒星既不象唯心主义者所宣扬的那样，是上帝创造的；也不是形而上学者认为的那样，是一成不变的。恰恰相反，恒星同自然界的一切物质一样，“**都处于永恒的产生和消灭中，处于不断的流动中，处于无休止**

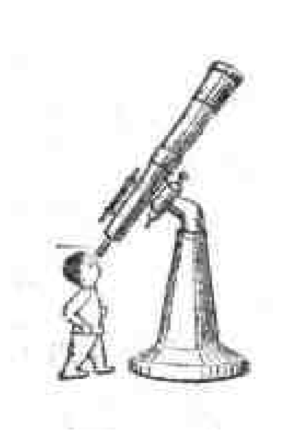


的运动和变化中。"恒星也有自身的产生、发展和衰亡的历史。

少年读者都知道，青蛙是由蝌蚪逐步演变成的。你只要一天接一天地观察一只蝌蚪，就能清楚地看到蝌蚪变成青蛙的全过程。那末，你能不能盯住天空的某一角，眼睁睁地看着一颗恒星诞生和发展呢？这是不可能的。因为形成一颗恒星，一般大约要经过几万年到几百万年的时间，而一个人观测它的时间无论怎么长，不过几十年，即使是整个人类的文明史，到现在也不过几千年，对于一颗恒星形成的时间来说，只不过是极为短暂的一瞬间。

那末，人们是怎样了解恒星的形成过程的呢？

天文工作者在对恒星进行仔细观测的时候，发现天上有许多恒星演变过程中的"活样品"：象云雾状的斑点的星际云，是形成恒星的原材料；球状暗黑稠密的天体，是恒星的"胚胎"；发出强红外辐射的星星是幼年的恒星；象太阳那样的是一颗正常的主序星；还有一些已经演化到了晚期，个儿很小但十分结实的如白矮星、中子星等等。通过对它们的分析研究和理论推算，人们对恒星的形成产生了一个大致的看法：

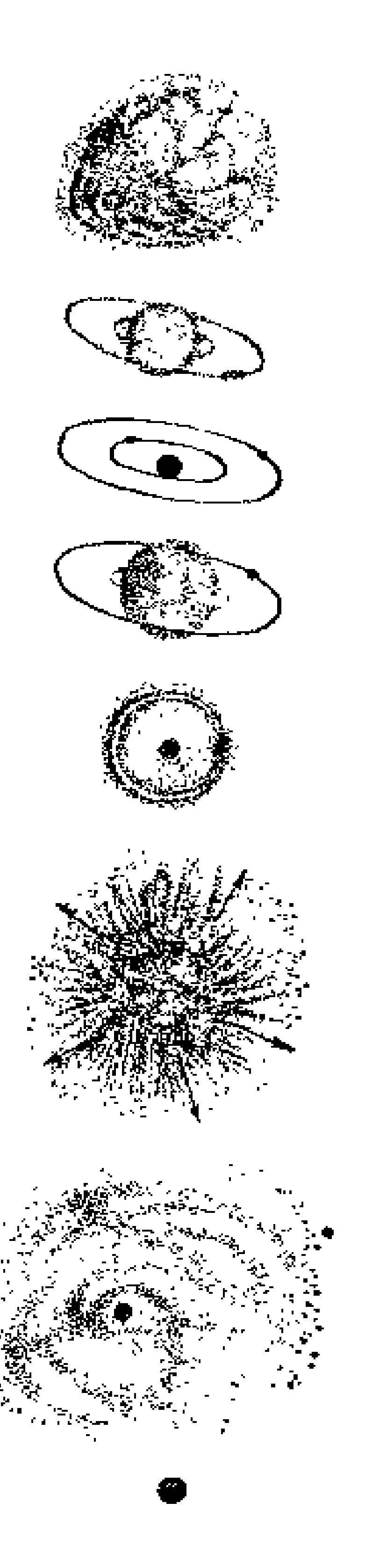


宇宙空间中弥漫着非常稀薄的星际物质，一般密度约为每立方厘米一百亿亿分之一克，这就好比2万亿座北京饭店这么大的体积才有一克星际物质。然而这些星际物质并不是均匀分布的，有的地方稀些；有的地方密些。密的地方就形成星际云。这些星际云大多是氢气以及羟基、水蒸气、氨、甲醛等分子组成，密度约为每立方米一百万分之一克左右，温度一般在摄氏零下173度左右。星际云是形成恒星的"原材料"，它的体积非常庞大，许多星际云的质量比太阳质量大一万倍。大块的星际云在演化过程中，就很可能碎裂成许多块，各自形成一个"球状体"，于是就形成了一群"球状体"。每一个球状体就是一颗恒星的"胚胎"。这种"胚胎"大得很，有几万天文单位那么大；它的温度却很低。还有一种半星半云的天体，人们也都认为它们是恒星的原始胚胎。

这些星胚在它们自身内部的引力作用下收缩，它的外层物质迅速向核心集中，然后温度逐渐升高，压力加强。当向外的排斥力顶得住向内的吸引力时，恒星进入了慢收缩期，这时，"原始星胚"就转化成了一颗恒星。

简单地说，恒星是由星际物质构成的，它通过自身的吸引和排斥运动形式，转化为恒星。并将按照自然界所固有的规律性，不断地运动着，发展着，演化着。

恒星的一生经过哪些发展阶段?



毛主席在《矛盾论》这篇光辉著作中指出:“**新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。**”宇宙间的天体有生必有死。根据恒星一生演化的特征，我们把它大致分为四个阶段。

第一个阶段，可比喻为恒星的“幼年、少年时期”。

由星际物质凝聚成的恒星“胚胎”在它自身的引力作用下，不断向内收缩，开始它收缩很快，以后就进入了慢收缩阶段。这时恒星的原始质量越大，收缩时间越短；原始质量越小，收缩时间越长。例如一颗恒星的原始质量是太阳的 100 倍，收缩的时间只要 2 万年左右；原始质量如是太阳的十分之一，收缩的时间就得要 10 亿年左右。在这个阶段里，恒星最初温度很低，只能辐射看不见的红外线，我们称它为红外星。随着温度升高，它开始发射可见的红光。

第二个阶段，可比喻为恒星的壮年时期。

这时恒星已停止了收缩，主要由内部的氢核聚变成氦核的热核反应来维持“生命”，并且稳定地度过它一生中最漫长的岁月。这个时期恒星内部所产生的能量几乎全部向外辐射出去。质量大的恒星温度高，光度大，颜色偏蓝。质量小的恒星则温度低，光度小，颜色偏红。太阳现在就是这个阶段的一颗恒星。

第三个阶段，恒星已日趋衰老。它的中心部分多次收缩，内部温度升高，外壳急剧膨胀。最典型的代表就是红巨星。由于恒星里面的温度高，密度大，因此在恒星的中心部分氢聚变为氦进行得快，氢先消耗完，于是中心部分收缩，温度和密度都升高。当温度超过1亿度，密度超过每立方厘米100公斤时，就开始进行氦聚变为碳的新的热核反应……。氦消耗完后，再次重复收缩，比较重的元素在更高的温度下，进行又一新的热核反应。这样反复下去，轻元素逐步被消耗掉，重元素越来越多。恒星此时已度过了它的全盛时期，进入了风烛残年。

第四个阶段，可称为恒星的晚年期。恒星的温度在它漫长的一生中达到了登峰造极的地步，热核反应能源接近枯竭。质量小的恒星由于外壳的抛射变成了白矮星。质量大的恒星发生了大爆发，恒星向外大量抛射物质，最后只剩下密度极高的核心，热核反应最后停止。超新星爆发就是这

个阶段恒星最典型的代表。爆发后剩下来的可能是"中子星"，它的密度非常非常大，象乒乓球那么大小一块中子星物质就有几十亿吨重。还有较多的恒星没有发生激烈的大爆发，随着内部核能的枯竭，慢慢地"死去"。恒星演化到这一阶段，"寿终正寝"，剩下一堆骸骨，只能转化为别的物质形态而去。

把恒星一生的演化划分成四个阶段，为人们认识恒星演化的内在规律起了一定的作用。但是，由于人们对恒星演化的认识还很肤浅，很可能混着假象和错误，经过一个时期以后，对恒星的发展过程有了新的、更本质的了解，现有的划分就要作相应的改动。因此，恒星一生划分的阶段不是固定不变的。

从恒星的生死转化，可见恒星不"恒"，它有自已的一部"生命"演化史。正如毛主席指出的："**世界上总是这样以新的代替旧的，总是这样新陈代谢、除旧布新或推陈出新的。**"宇宙间的物质无限循环，无始无终，永远向前发展。

为什么说恒星的演化是矛盾对立统一的结果？

伟大领袖毛主席指出："**事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。**"在恒星的一生中，始终存在着一对基本矛盾，这就是革命导

师恩格斯指出的："是吸引和排斥这一古老的两极对立。"恒星的演化史，就是这对矛盾互相对立、互相斗争，在一定的条件下又互相转化的历史。

宇宙间弥漫着星际物质，本身就存在着两种互相对立的矛盾和运动。一方面由于万有引力存在，使物质互相靠拢，这就是吸引作用，物质的质量越大，吸引力就越强；另一方面，星际云里的分子、原子在杂乱无章地向四面八方运动，温度越高，运动速度就越大，这种"热运动"使物质扩散，这就是排斥作用。在恒星形成的初期，星际云的温度很低，原子、分子的热运动速度比较小，排斥的作用较弱。只要星际云的质量足够大，吸引作用就会超过排斥作用，并成为矛盾的主要方面。因而表现为原始星云很快地收缩，集聚成一颗恒星"胚胎"。星胚在继续收缩过程中，吸引和排斥矛盾的双方在依一定的条件向相反的方向转化：吸引方面，由于恒星收缩产生了热能，使物质的温度升高，运动速度增大，为排斥作用的增强创造了条件。于是，星际云从最初很快地收缩，转变为缓慢地收缩，并变为恒星。恒星内部吸引作用从绝对优势退居为微弱的优势。随着这个过程的继续进行，当增长起来的排斥力足够抵挡住吸引力时，恒星便达到了一个转折点：恒星胚胎已收缩成为一颗正常的主序星。它的内部吸引与排斥这对矛盾势均力敌，处于相持阶段，它将进入一生中最漫长的稳定期。

然而，对立面的斗争是绝对的，平衡是相对的。即使一颗处于稳定阶段的恒星，它内部的矛盾和斗争仍没有停止，在局部区域或短时期内，时常会出现吸引占优势或排斥占优势的局面，表现出不稳定性。例如，太阳是一颗主序星，从总体上来说它是处于相对稳定的状态。但是它经常出现规模巨大的耀斑爆发，这就是太阳色球的某个区域，排斥力暂时占了优势，冲破了引力的束缚而抛出大量物质。

恒星度过了它的主序星阶段后向红巨星演化。在这个阶段中，吸引和排斥的矛盾较为复杂。恒星的核心部分，氢已消耗完，全部聚变成氦，而温度还不具备开动氦聚变为碳的热核反应条件。因而核心部分没有核能源，排斥力太小，抵挡不住外围物质的压力，吸引又成为矛盾的主要方面，使核心收缩。而核心收缩的结果，一部分引力产生的热能传到外部，使恒星的外层膨胀，成为排斥占主要地位的局面。红巨星阶段后，由于物理条件的变化，吸引和排斥矛盾的斗争更加激烈，矛盾的转化也更加复杂，更加多样化，恒星会出现膨胀和收缩的周期性变化。在一定的条件下，有的会出现排斥或吸引占绝对优势的情况，如超新星爆发就是排斥占了优势。

恒星演化到最后阶段，即白矮星、中子星阶段，排斥和吸引又暂时处于相对平衡，恒星又相对稳定，然而，这个阶段是恒星的“老年”期，作为恒星来说，虽然已气息奄奄接近

死亡，但矛盾并没有消失，斗争并未停止。旧的矛盾、旧的过程完结了，又一定会在新的条件下产生新的矛盾、新的过程。

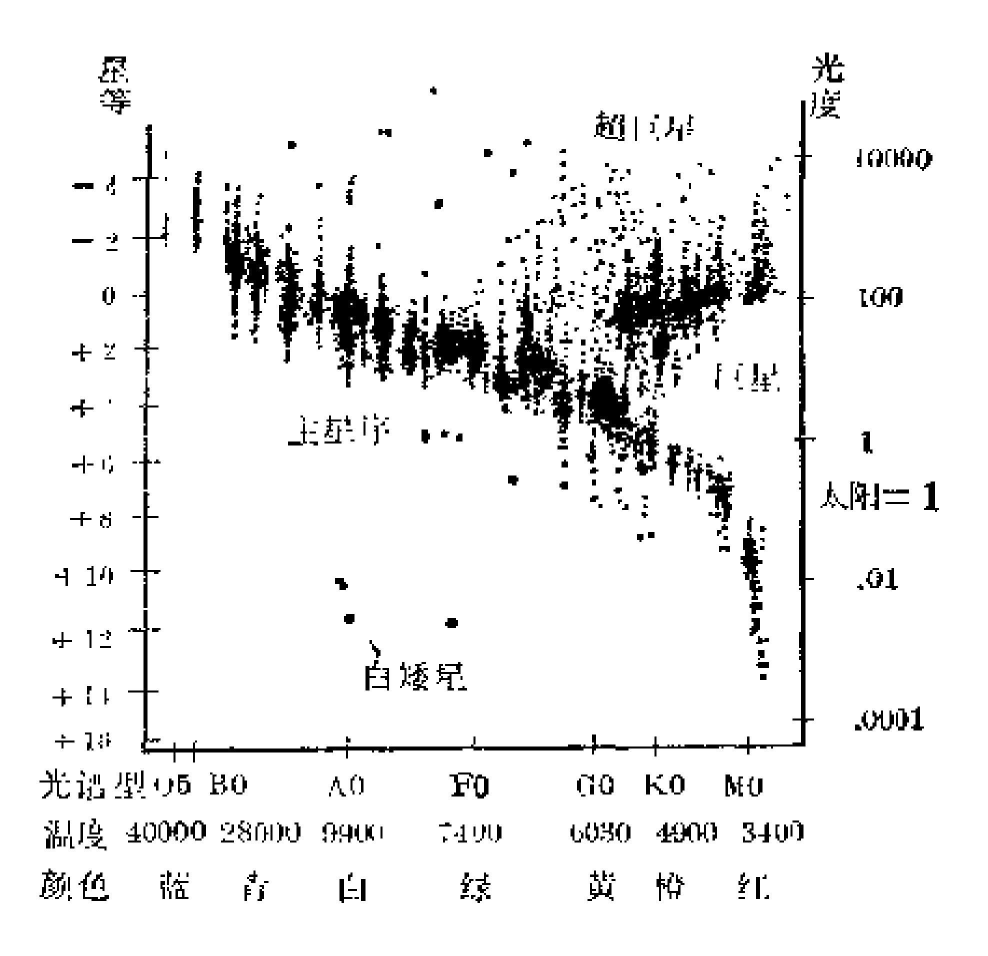
所以说，恒星的演化是吸引和排斥这对矛盾对立统一的结果。

为什么研究恒星演化总离不开光谱-光度图?

晴夜，满天星斗，星星不仅有明有暗，还有红、白、蓝、黄等等颜色的差别。它们有的年轻、有的年老，都在演化着，发展着。应该怎样来对星星进行分类呢？显然首先想到的是它们亮度和颜色的不同，这是我们直接能观测到的资料，而且它确实也具有演化上的意义。天文工作者用光谱和光度来表示恒星的颜色和亮度。

什么是恒星的光谱呢？你要知道恒星的光谱，可以将一束太阳光经过三棱镜进行观测，在你眼前便会出现一条红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的彩色光带。这说明了，看起来是白色的太阳光，原来是由一系列颜色光带组成的。这条彩色光带就叫光谱。天文工作者观测了许许多多恒星后，发现它们的光谱千差万别，这是什么原因呢？

劳动人民早就在生产实践中注意到，铁块放在熔炉里随着温度的升高，它的颜色会变红、变黄以至白热。这说



明物体发出的光的颜色强弱，与本身的温度有关。恒星的光谱差别同样是这样：温度低的恒星发出的红光强，光谱中波长较长的部分强；温度高的恒星发出的紫光强，光谱中波长较短的部分强。只要测得恒星光谱中不同波长部分的强弱，就可以知道它的表面温度。根据这个道理，人们将光谱仪装在望远镜上，对着恒星拍摄光谱，并把观测到的绝大多数恒星的光谱，大致分成O、B、A、F、G、K、M七个光谱型。每一个光谱又分成若干个"次型"，如F0、F1、F2……F9。O型星的表面温度最高，从2万多度到4万度以上；B型星是1万度到2万多度；A型星是7千多度到1万度以下；F型星是6千多度到7千多度；G型星是5千多度到6千多度；K

型星是3千多度到4千多度；M型星是2千多度到3千多度。太阳属于G 2这个次型。为了便于了解光谱型、恒星表面温度和颜色的关系，我们列了一张表：

光谱型	O5	B0	A0	F0	G0	K0	M0
表面温度 （绝对温度）	40000	28000	9900	7400	6030	4900	3400
颜色	蓝	青	白	绿	黄	橙	红

什么是恒星的光度呢？恒星的光度是指恒星在每秒钟向四面八方辐射的总能量。

我们看到的恒星有的亮，有的暗，其实这些亮和暗并不代表恒星真正的发光本领。平时我们有这样的体会：一盏100瓦的电灯，距离我们远，光就显得较暗弱；距离近就亮。这表明发光体的亮度和距离有关系。我们观测到恒星的亮度以后，只有知道这颗星与我们的距离，才能算出它真正的光度。天文学中用“绝对星等”来表示恒星的光度，用“视星等”来表示恒星的亮度。绝对星等是假设天体都放在32.6光年处，来比较它们亮度的大小。星等越小，亮度越大。每差一等，亮度就要差2.512倍。这样1等星的亮度差不多是6等星（我们肉眼能看到的最暗的星）亮度的100倍。太阳的视星等为－27等，绝对星等为－4.7等。

经过对光谱和光度的简单介绍，我们可以谈谈光谱-

光度图的用处了。这张图水平方向表示恒星的光谱型，实际上也就是恒星表面的温度及其颜色；垂直方向表示恒星的绝对星等，也就是恒星的光度。一般以太阳光度为单位。图上的星点是根据太阳附近6700颗恒星的光谱、光度实测结果画的。

从图上看，恒星的分布并不是杂乱无章的，而是形成了几条星数密集的序列，大多数的恒星聚集在从左上到右下的对角线上，这个事实清楚地揭示了光谱-光度图反映了恒星的某些规律。这条对角线上的恒星，都处在恒星一生的青壮年期，叫做主星序；这个序列上的单颗恒星叫做主序星。主星序上面有红巨星和超巨星，"巨"是巨大的意思，超巨星的体积相当于100万个太阳那么大；下面有白矮星，"矮"是矮小的意思，它的体积只有太阳的百万分之一，而密度达到每立方厘米1吨，真是结实的小家伙！

恒星演化理论告诉我们，一颗恒星在漫长的演化中，化学成分在逐渐变化，内部温度密度在升高。这些内部的变化，会引起整个恒星结构的变化，这一切必然要通过恒星表面的光谱和光度反映出来。由恒星内部演化引起的光谱和光度的变化，使恒星在光谱-光度图上的位置不断移动，这个移动的路程，就是恒星的演化过程。

至此，我们知道恒星根据光谱型分类，是很科学合理的分类方法，而且根据这种分类所画出的光谱-光度图，具有

深刻的演化方面的意义。

恒星的光谱-光度图，最早是在1911年和1913年分别独立地由丹麦天文学家赫兹普龙和美国天文学家罗素发现的，因此恒星的光谱-光度图也称为赫-罗图。

为什么绝大多数恒星是处在"壮年"时期？

人的一生，有幼年、壮年和老年几个时期。恒星的一生，也可分为幼年、壮年、老年几个时期。经过天文工作者的仔细观测，发现绝大多数的恒星都处在壮年时期。它们象太阳那样正经历着氢聚变为氦的热核反应，稳定地释放着光和热。它们在光谱-光度图上的位置处在主星序。也许你会想，宇宙间天体不是同一时间产生的，那为什么绝大多数的恒星处在壮年时期呢？

要说明这一点，就得从供应恒星"生命"的能量说起。

恒星是由极稀薄的星云收缩形成的。在收缩过程中，会增加星云物质的热量，其中部分热量辐射到外部去，其余热量使星云物质内部的温度升高。等到中心温度高达1500万度时，恒星内部所产生的热量，与向外辐射的热量相当，这时候，才成为一颗相对稳定的恒星，也就是主序星。

恒星的"壮年"期究竟有多长呢？根据恒星内部结构理论，当恒星中心的氢聚变为氦，等到氦的质量占恒星总质量

的 12%时，恒星的结构就要起明显的变化，开始由量变向质变转化，于是离开主星序，结束了它的壮年期。就拿太阳来说吧，如果原始太阳的总质量中含氢 80%；那末，要使它中心部分的氢的 12% 转化为氦，就得经过 100 亿年左右的时间，这个氢聚变为氦的过程，相对来说是漫长的。所以恒星在稳定状态的驻留时间比其他各个演化阶段长得多。一般这个时期比恒星的幼年期长 100～1000 倍，换句话说，恒星的幼年期只有壮年期的百分之一到千分之一；而恒星老年期所用的时间，也不到主星序阶段时间的 10%。所以我们把绝大多数的恒星称为“主序星”，也就是说，现在我们所看到的恒星中，90% 都处在壮年时期。

恒星的寿命一样长吗?

宇宙间的万物都处于永恒的运动和变化之中，都有它自己的产生、发展和衰亡的历史。人是这样，动物、植物也是这样，有机物是这样，无机物也是这样。恒星也不例外，也有自己的发展史。那末，一颗恒星到底能“活”多久呢?是不是每颗恒星的年龄都一样长呢?

通过长期的科学实践，特别是二十世纪以来对恒星演化的研究，发现不同类型的恒星寿命却很不一样。寿命长的可“活”几十亿年、百亿年甚至更长；寿命短的只能“活”几

千万年到几亿年。太阳是一颗恒星，它已经"活"了大约50亿年了，但它还处于壮年时期，它的寿命可以达到100亿年以上。而一颗温度比太阳高得多的恒星却只能"活"几千万年。

为什么恒星寿命的长短如此不同呢？原来这是恒星的质量多少所决定的。

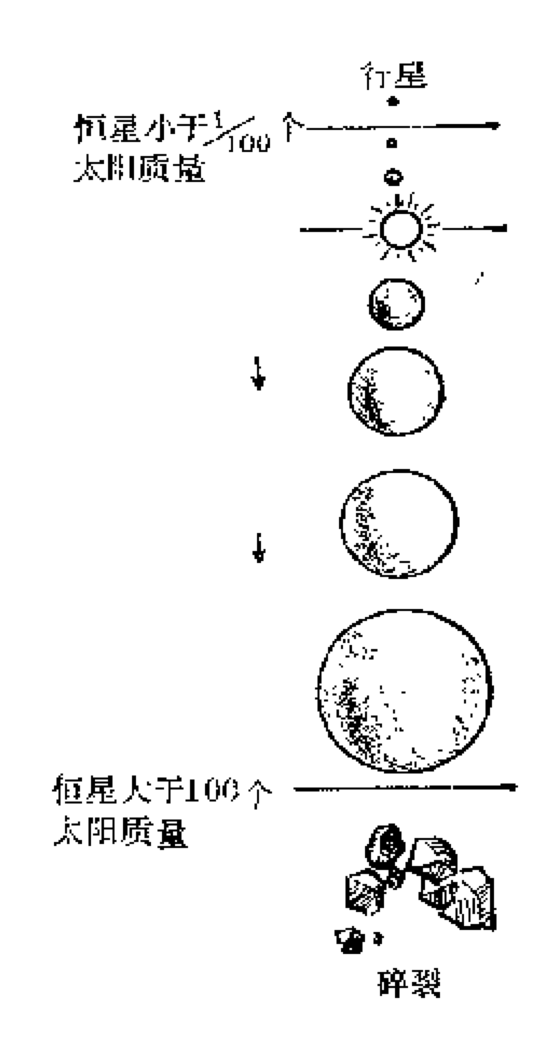
恒星内部激烈进行着的热核反应，维持着恒星的生命。恒星内部的氢聚变为氦，氦又聚变成碳，直到核能枯竭，热核反应完全停止了，恒星也就到了晚年，接近于死亡了。这样一系列的热核反应在不同的恒星中进行的速度是不同的。恒星的质量越大，温度越高，热核反应的速度就越快，恒星的寿命也就越短。根据理论计算表明，象太阳这样大小的恒星，内部热核反应速度较慢，因而演化得较慢，寿命很长，可达100亿年以上。质量比太阳大好些倍的恒星，它们内部热核反应的速度要比太阳快得多，因而演化得很快，寿命只有几千万年就完了。

恒星的质量大小有一定的界限吗？

量变到质变，是宇宙间对立统一规律的一个方面。

我们知道，在标准大气压力下，摄氏零度以上的水是液体，当温度增高到摄氏20度……30度……90度时，水还

是液体；但是，当温度增高到摄氏100度以上时，水就要由液体变为气体了。相反，如果把水的温度逐渐降低，当降到摄氏零度以下时，水就会结冰，由原来的液体变成了固体。可见，在这个转折点上，温度的单纯量变，会引起水的状态发生质变。



恒星也是如此，当普通恒星的质量逐渐增大，增大到60个太阳质量时，恒星还是恒星；不过这时的恒星会发生交替的收缩与膨胀。这就是说，恒星的引力收缩使内部温度增高；恒星温度增高，又使内部核反应加速，产生大量热量；这些热量又使恒星向外膨胀。这种交替的收缩、膨胀的幅度，是随着恒星的质量增加而加大的。当恒星质量增大到接近100个太阳质量时，膨胀、收缩的这种振动特别大，达到100个太阳质量这个转折点上，恒星会发生爆炸或碎裂，恒星整体就碎裂而被毁坏了。

同样，如果恒星的质量慢慢地减小，一直减到百分之几个太阳质量时，在这个转折点上，恒星的基本特征也发生了

质的变化，小质量的星球，由收缩产生的温度不够高，不足以发生热核反应，不能维持长期发光，所以就表现为与恒星不同性质的天体——行星。

由此看来，恒星的质量大小是有一定的界限的。粗略地说，它介于百分之几个太阳质量到100个太阳质量的范围之内。

为什么恒星的化学成分大同小异？

恒星是由哪些化学元素组成的？能象平常通过实验室的化学分析知道吗？不！这是根本不可能的。那末用什么方法来分析恒星的化学成分呢？说来奇怪，人们是通过它的光线进行光谱分析知道的。

每一种元素的炽热气体，在一定的温度和压力条件下，能发出它所特有的一定波长的谱线。假如我们用一架望远镜和分光镜配合起来，观测某颗恒星的光谱，就会发现其中有数以百计的、强弱不等的谱线。这些谱线就是恒星表面的各种化学元素发出的。谱线的强弱多少，可以清楚地告诉我们这颗恒星各种化学元素的含量，还有它的表面温度、压力等物理情况。

天文工作者们对恒星的光谱经过仔细的观测和分析，发现绝大多数恒星的化学成分竟同太阳差不多，大部分是

氢元素，含量达73%；其次是氦元素，含量是25%；还有含量很少的重元素，如碳、锆、锝等等。各类恒星含重元素的成分不一样：有的含碳多些，有的含锆多些，有的含锝多些……。所以可以说恒星的化学成分是大同小异的。

为什么恒星的化学成分大致相同呢？首先因为我们观测到的绝大部分恒星同太阳差不多，都处于壮年时期，它们的内部都进行着氢聚变为氦的热核反应，维持着恒星的巨大辐射，它们的化学成分基本上是氢较多，氦较少。其次，我们观测得到的光谱是恒星表面的而不是它内部发出的。恒星在它稳定地进行热核反应时，它的内外物质交流非常小。即使是一颗老年的恒星，它内部的氢元素经过消耗已越来越少，而氦元素越来越多，但没有一定的条件，它内部热核反应聚变产生的氦元素，不会大量地自动跑到外面来。所以我们观测到老年恒星表面光谱中的化学成分，同其他恒星的化学成分大致是一样的。

恒星表面的化学成分大致是相同的，而且同星际物质的化学成分也很相似，这说明了恒星世界的物质统一性，也证实了星际物质和恒星之间有着演化上的联系。

那末，恒星化学成分的"小异"，又是什么原因呢？

我们知道，天上的每一颗恒星，各自处于一定的演化过程中，内部正进行着各个不同阶段的热核反应。壮年时期的恒星正进行着氢聚变为氦的热核反应，当它的内部温度

条件达到1亿度时，进入了新的热核反应阶段，开始由三个氦核聚变为一个碳核。处于这个演化阶段的恒星，含碳量就比较多。另外在热核反应中，恒星俘获大量的中子，使锆的含量增加，也还有一些其他的原因使恒星增加了锝的含量。总之，这些说明恒星重元素的成分不一样，是同它内部进行的热核反应联系在一起的。

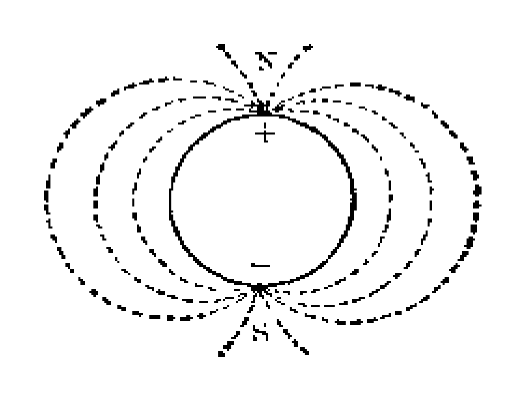
此外，恒星是由星际物质形成的，有些恒星所含的重元素很可能与恒星形成时的原始材料有关。老一代恒星演化到后期，由于大规模的爆炸，把内部热核反应的剩余物质，包括一些重元素，抛到宇宙空间，混入形成下一代恒星的星际物质，这样形成的下一代恒星，也就含有较多的重元素了。

为什么要研究恒星的磁场？

地球有磁场，这是我们大家都知道的。我国劳动人民很早以前就知道地磁的存在，古代发明的指南针，就是利用磁针在地磁两极作用下一头指北，一头指南的特性，来辨别方向。

然而，磁场并不是地球所特有的。我们放眼宇宙，发现电磁场和电磁运动这种物质运动形式，是无处不在，无时不有的。尤其当认识了恒星的磁场以后，大大地打开了人们

的眼界。



十九世纪末，人们在科学实践中获得了一种测量磁场的方法。发现在一般情况下观测一个光源的光谱，它的谱线是单线的；而放在强磁场中观测，它的谱线却分成了几条，谱线的数目和分开的程度，与磁场的大小和观测的方向有关。从这以后，利用谱线分裂测量磁场的方法，使人们了解了许多恒星磁场的重要情况。

为了便于比较起见，先让我们看看地球和太阳的磁场情况。地球的磁场强度是0.6高斯（高斯是测量磁场强度的单位）；太阳的普遍磁场强度是1～2高斯，而太阳黑子磁场强度却从100高斯到4500高斯。可见太阳这颗恒星的局部磁场要比地球大几千倍。

其实太阳的磁场强度在整个恒星世界中并不特殊。1946年当人们用大型望远镜拍摄室女座78这颗恒星时，发现它存在1500高斯的强磁场。由此推想，宇宙间一定有更多的恒星具有强磁场。科学工作者通过进一步的观测，还发现有些恒星的磁场强度会随亮度或光谱的变化而变化，甚至有的会在几天内改变极性，也就是它的磁北极和磁南极会互相变换。例如猎犬座里面有一颗星，磁场在5天半的周期内从正5000高斯变到负4000高斯。另外蝎虎座有

一颗星，它的磁场是正的，在12000～34400高斯间无规则地变化着。这些已发现的具有强磁场的星，都是同一类型的特殊星。随着科学技术水平的提高，人们的观测手段也在发展，其他类型恒星的磁场情况，也在不断发现。例如，近年来发现迅速转动的中子星，就联系着一个极强的磁场，它表面磁场强度高达1万亿高斯，真是个惊人的现象！

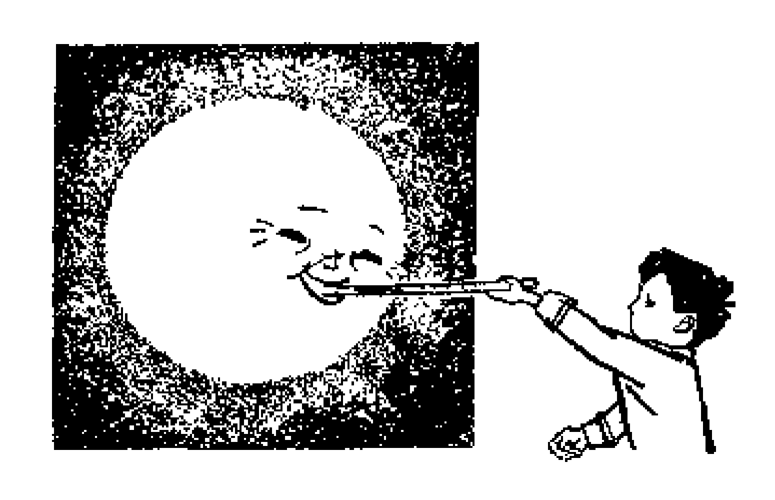
研究恒星的磁场，与我们有哪些关系呢？我们知道，太阳活动对人类的生活具有很大影响，而太阳黑子磁场又是太阳活动的重要方面。对恒星磁场普遍性的认识，也一定能更加深入地了解太阳磁场这个特殊性，从而认识太阳活动的规律，更好地利用它为人类服务。其次，电磁场这种物质在巨大的空间里，起的作用是非常突出的。要研究天体演化，认识星系的结构和发展，恒星的形成和生死转化等等，都不能不考虑磁场这个因素。

恒星的温度有多高？

天上一颗颗恒星，都是炽热的气体团，表面温度一般都在几千度以上。离我们最近的恒星——太阳，它的表面温度就有6000度左右，虽然太阳远在1亿5千万公里以外，但是夏日炎炎使我们热不可耐。

人们是怎样知道恒星的温度呢？当然象测量人体温度

那样用温度计去量是不行的，不仅没有这样的温度计，事实上也无法跑到太阳、恒星跟前去量。但是人们从生产斗争和科学



实验中发现的一些规律，可用以间接地推测恒星的温度。

你看到过铁水出炉的情形吗？开始，铁水发出耀眼的白光，以后逐渐冷却，它的颜色也随着变红、变暗，最后变黑。这就是说，一个发光物体所发出的光的颜色，与它的温度有关（实际情况还要复杂一些）。恒星发出的光并不是一种颜色，而是包含了各种不同的颜色（或不同波长的光）。恒星的温度越高，它的光线中短波的光的成分就越多，我们看来它近于蓝紫色。而温度越低，发出的光中长波的成分越多，就越近于红色。因此我们可以根据恒星的颜色来确定它的表面温度。用这种方法测得的温度，叫做恒星的“色温度”。

冬天，我们靠近一个烧旺的炉子取暖，就觉得很热，而在一个刚生起来的炉子旁，就不会产生很热的感觉。这表明，一个物体的温度越高，它所发出的光和热就越多。物理工作者确定，一个物体在单位时间里它的单位面积辐射的能量，与它的绝对温度的四次方成正比。比如，一个物体在

1000度时辐射若干能量；在2000度时它在同样时间里辐射出16倍的能量；在3000度的情况下辐射出81倍的能量。这样，我们只要确定太阳每秒钟辐射出的总能量，就不难用这个关系来确定它的表面温度。

太阳在每秒钟辐射出的总能量又是怎么得来的呢？科学工作者在高山或卫星上，用仪器测得了垂直于太阳方向的一平方厘米面积每秒钟接收到的太阳能量。然后以太阳作中心，以太阳到地球的距离为半径，计算一个巨大的球面积，于是就可以得到整个球面所接收到的总能量，也就是太阳所辐射的总能量。用它除以太阳的表面积，就得到太阳表面每平方厘米每秒钟所辐射的能量数。我们利用它已经求出太阳的表面温度是6000度左右，这个温度就叫做有效温度。因此，只要知道恒星的大小、光度和距离，我们就可以确定它的温度了。

用以上两种方法得出的温度基本上是一致的，但有时有微小的差别。所以，通常我们讲恒星的温度，应该指明是什么温度。天文工作者按恒星的表面温度把它们进行了分类。最热的星，表面温度可达50000度；最冷的星，表面温度在1000度左右或者更低。

上面谈的都是恒星表面的温度。至于它们内部的温度就更高了，我们还无法测量，只能从理论上去推测。一些"冷"的星的中心温度也有800万度，一些热的星的中心温

度达到3000万度。还有一些中子星的中心温度更是高得出奇，达到60亿度。可能还有中心温度更高的天体尚未被人们发现呢！

为什么要研究变星？

在繁星满天的夜晚，如果你耐心地把某一颗星的亮度，经常地和它附近的星进行仔细地比较，就会发现某些星的亮度在一起一伏地变化着。这样的星，我们叫它变星。

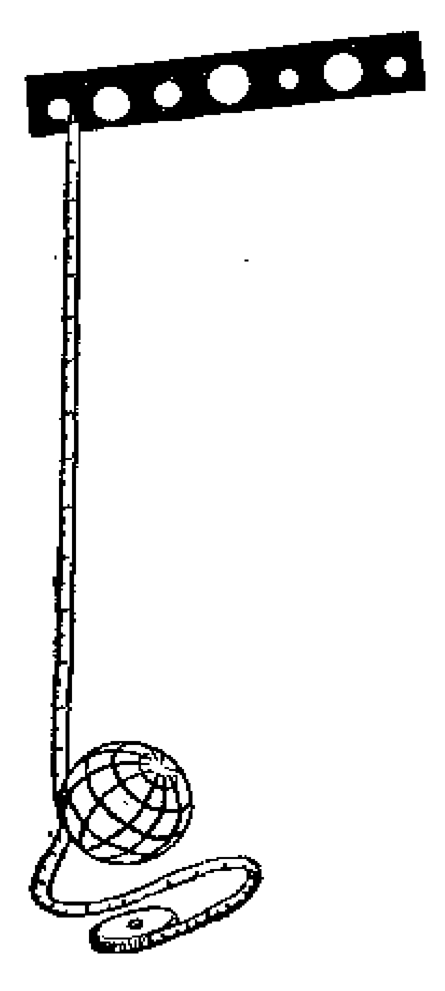
变星的种类很多，通过对它们的研究，可以开拓人们对恒星演化的认识。

毛主席在《矛盾论》中指出："**无论什么事物的运动都采取两种状态，相对地静止的状态和显著地变动的状态。**"恒星演化的过程中，也具有这两种状态。变星就是处于显著变化状态的恒星，它是我们研究的特殊对象。通过对它的研究，能使我们更深刻地了解恒星的物理性质和变化，并从这些变化的规律中，认识恒星演化的一般规律。

例如，金牛座T型变星是一类不规则的变星。它们的亮度变化时缓时急，时大时小，并且没有什么周期性。它们的外层大气很不稳定，经常要发生爆发活动。人们观测到这类恒星有很强的红外线辐射，并存在一个由尘埃物质组成的外壳。这些特点，说明金牛座T型星是一颗很年轻的

星。因为金牛座T型星的质量和太阳差不多，它们应该有相似的演化途径，所以研究金牛座T型变星的特殊性，对了解太阳早期的历史有很重要的意义，而且研究它外层的尘粒物质，为我们探讨太阳系里的行星（包括地球）的起源，也可以提供线索。

再如造父变星，它的亮度具有规则性的起伏，星球又有周期性地膨胀收缩，所以是一种脉动变星。而只有当恒星演化到一定阶段才开始出现这种现象。因此，研究这种变星，可以增加我们对恒星演化的认识。

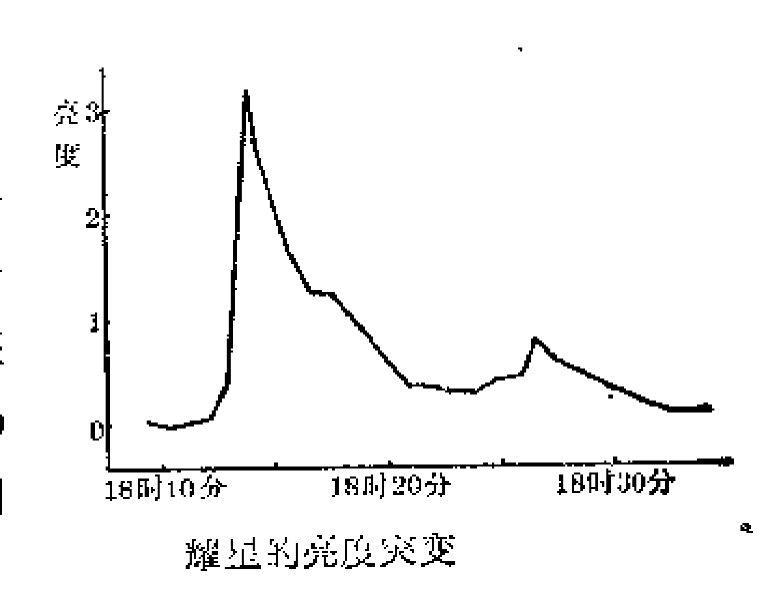


此外，研究变星还有它的特殊用途。天文工作者通过大量的观测实践发现，造父变星的光变起伏一次的周期，和它本身光度之间存在着一定的关系，我们把它称为周光关系。利用这种较为确切的周光关系，通过简单的计算后，就可以知道这颗造父变星离开我们的距离。如果某个星团或星系中含有我们能观测到的造父变星，那末，我们就可以知道这个星团或星系离我们有多远了。所以说造父变星又是天文工作者测绘宇宙的"量天尺"。

耀星是什么？

“耀星”是一种新型的变星。它本身是一种又小又暗的恒星，平均质量只有太阳质量的三分之一左右，光度也很暗弱，因此过去并不引起人们较多的注意。可是人们在一些观测中发现，它会发生一种耀变，一般是在几分钟的短时间里，突然比以前亮了 6 倍左右，持续约半小时，又慢慢地恢复到原状。根据这个特点，天文工作者为它们取名“耀星”，看来是名符其实的。实际上早在 1924 年、1940 年和 1945 年，人们曾多次观测到这种耀变星体，但是当时都没有加以重视。直到 1948 年又有人在鲸鱼星座里发现一颗恒星发生突然耀变时，才重视起来。

耀星发现后，人们希望多找到一些这样的天体，以便更好地研究它们。可是耀变是突然发生的，所以很不容易找到。从五十年代开始，在金牛座暗星云和猎户座大星云里找到一些耀星；到了 1960 年只知道20颗；到 1970 年也才观测到 52 颗；近年来进展较快，



耀星的亮度突变

在昴星团等疏散星团中找到了大量的耀星。目前已经发现的耀星共有400多颗。太阳附近的20颗恒星中，就有5颗是耀星，可见耀星在银河系中是相当多的，只是由于耀星的光度很暗，距离远一些的耀星我们不容易发现罢了。

通常耀星是在几分钟内突然发亮的，至今已记录到最亮的一次达到原来亮度的250倍，但是一般只增亮几倍甚至更少。大耀变要很多年才遇上一次，小耀变有几十小时就发生一次的。大耀变每次存在半小时左右，小耀变每次只存在几十秒到几分钟。除了光学上看到发亮以外，在无线电波段通常也能观测到射电强度的耀变，而且是更为强烈。我们用太阳耀斑来比较，如果耀星象太阳一样靠近我们，那末在一次发亮1.5倍的小耀变时，地球上观测到的亮度，将比最强的太阳耀斑亮10～100倍，而地球上观测到的射电强度，将比最强的太阳耀斑的射电强度强1万～100万倍！虽然它们强度相差极大，耀星的光谱光变特性却同太阳耀斑的光谱光变特性差不多。

斯大林指出："世界上形形色色的现象是运动着的物质的不同形态"。耀星只是天体的一种形态，我们要探索宇宙和研究自然界，就要研究各种形态的天体，不仅要研究耀星，还要研究其他各种形形色色的天体现象。耀星只是变星的一种，变星的类型是很多的，至今已经发现的变星有几十种，如造父变星、金牛座T型变星等。随着科学技术的进

展，今后将会发现更多类型的变星。毛主席教导我们："**就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。**"我们观测研究那些具有耀变特征的恒星，就是抓住矛盾的特殊性，有助于增进我们对一般恒星演化的认识，使我们能在较短的历史时期内认识天体漫长的变迁过程。

新星和超新星是"新生"的星吗？

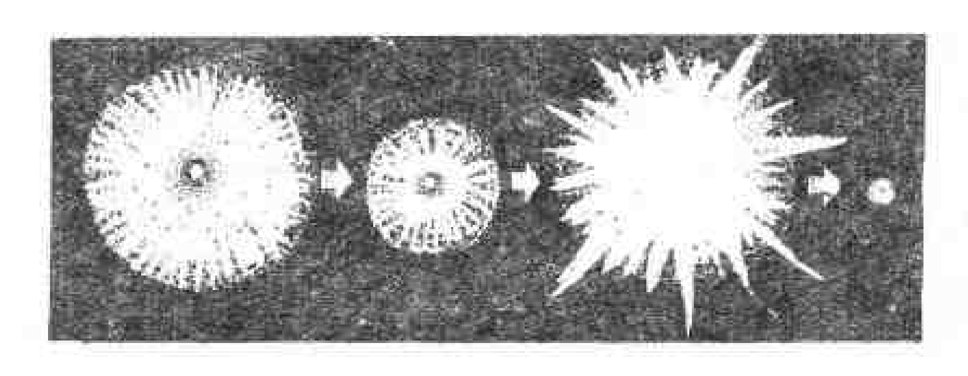
1975年8月30日晚上，江西省宁都县的一位下乡知识青年，和中国科学院北京天文台的天文工作者，相继在天鹅星座里发现了一颗新星。新星在星空中明亮的光芒极为惹人注目。

当你在报上读到这条消息，乍看到"新星"这个名称时，也许以为它是新生的星星吧。然而在天文学中，"新星"并不是指新生的恒星，而是指一些原来很暗弱并不引人注目，而在短时间内亮度急剧增加10000倍以上的恒星。它们突然在一、二天内迅速变亮，以后就慢慢变暗，在几年或几十年以后才恢复原来的亮度。因此"新星"只是由于突然变亮才被人"发现"，实际上，它是原来就存在的。这次发现的新星，就是在1942年船尾座新星爆发以来最亮的一颗新星。

我国古代勤劳的天文观测者发现了许多新星，在史书



中就留下了众多的记录。早在3000多年以前，殷代甲骨文记事中就已经有新星的记载。左边这张图画的就是记载新星出现的甲骨文片。左边是由原文复制的，右边是改成现在的文字。意思是在七日黄昏，有一颗新的亮星出现在大火(心宿二，即天蝎座X星)的附近。它不仅记下了公元前十四世纪己巳那天夜里出现的一颗新星，并且连它的位置也记下来了。它是世界上最早的新星记录。国外最早的新星记载是公元前134年，比我国迟1000多年。从2000多年前的汉代以来，我国新星的记录更多。根据历史资料整理统计，从公元前十四世纪到公元十七世纪九十年代，共记录了90次新星爆发。例如《汉书》记载："汉高帝三年七月有星孛于大角，旬余乃入"，这是公元前204年牧夫座 α 星附近出现的一颗新星。又如《清史》稿记载："清康熙二十九年八月己酉异星见箕，色黄，凡二夜"。这是1690年10月18日在人马座出现



的一颗新星，那时候已经用天文仪器进行观测了。

新星的突然变亮是很厉害的事件，如果新星离开我们的距离与太阳一样近的话，它爆发时大约有5万个太阳那么亮！有趣的是有些新星不仅发亮一次，而是象航道上的航标灯那样，隔一段时间就亮一下。这种星叫做再发新星，例如蛇夫座的一颗新星，在1898年爆发后，1933年、1958年、1967年多次爆发。

新星的突然发亮平均比原来亮10000倍，已经是够厉害的了，但还有一种叫做超新星的，它突然发亮平均要比原来亮1亿倍。

新星为什么会出现这种奇异的发亮呢？原来这些天体经历了规模巨大的爆炸。就新星来说，爆发的结果是抛掉了自己的一层外壳，虽然这些物质可达几个、几十个甚至上百个地球的质量那么多，但基本上不影响新星本身的结构。超新星的爆发规模更大，甚至把星体本身的大部分物质都抛掉了。这些被抛射出来的物质，以每秒几百到几千公里的高速向周围散开。星的发光面积就随着壳层的向外膨胀而很快增大，直到它们抛射出来的气壳稀薄到一定程度后，亮度才不再增亮。新星爆发的事实，不仅从光谱分析中得到证明，而且已直接拍摄到新星和超新星爆发后形成的星云照片。著名的金牛座蟹状星云，就是公元1054年(宋朝)我国天文观测者详细记录下来的一次超新星爆发的遗迹。

那末，是什么原因使新星、超新星发生如此巨大的爆炸呢？

新星爆发的原因，可能同双星有关。两颗靠得很近的星，伴星的轨道运动能引起新星内部振动，产生共振，并使振动的幅度无限增大，从而产生了爆发。另外也可能是恒星演化到晚期，发生引力坍缩促使超新星的核心形成中子星，由于气壳的下落速度比收缩的中子星慢，气壳和中子星逐渐分离，产生冲击波，于是壳层由内向外被抛射，形成了超新星的爆发。

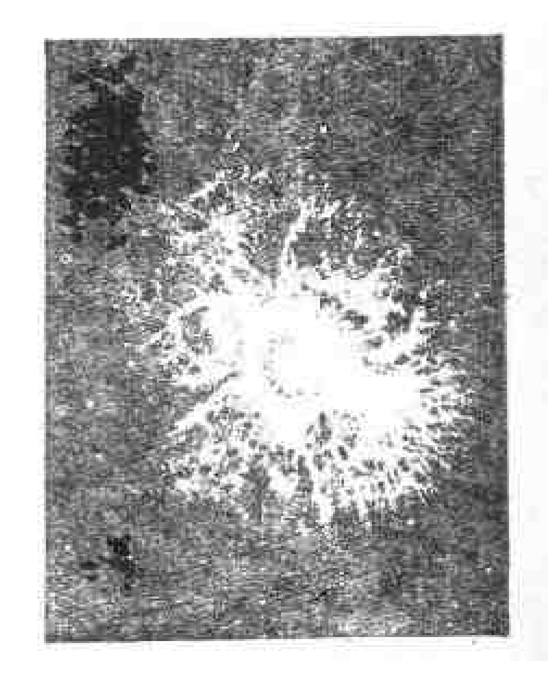
新星爆发的原因，人们正在努力探讨。宇宙间的天体是多种多样的，人类对天体的认识也是永无止境的。

为什么说蟹状星云是 1054 年天关客星的遗迹？

“中国的长期封建社会中，创造了灿烂的古代文化。”我国北宋至和元年五月底，即公元 1054 年 7 月初的一天清晨，观测天象的部门司天监中辛勤工作的观测者，在毕宿东北、紧靠黄道的天关星（即金牛座ζ星，ζ是希腊字母，读音[zeita]）附近，目测到一颗极其明亮的“客星”，它光芒四射，甚至白天都能看见。这一罕见的天文现象，震动了当时赵宋朝廷内外的人们。在客星持续爆发 643 天时间内，勤劳聪明的我国古代劳动人民，始终对它进行了监视和实测，并在

我国十多种书籍中，对客星爆发的全过程都作了详细的记载 这是世界上其他国家无与伦比的。这颗至和元年的“天关客星”，就是现在驰名中外的 1054 年金牛座超新星。它爆发时间之长，光度变化之大，是人类有历史记载以来前所未有的。这是我国珍贵的文化遗产中极其光辉灿烂的一页。

最早记载这一天象的史书《宋会要》中，就有二次记录，其中一次是：“嘉祐元年（1056 年）三月，司天监言：‘客星没，客去之兆也。’初，至和元年五月（1054 年 7 月），晨出东方，守天关，昼见如太白，芒角四出，色赤白。凡见二十三日。”在以后的一些主要历史著作，如《续资治通鉴长编》、《宋史》等书里，都有类似描述。我国古代没有“新星”或“超新星”的名字，一般称为“客星”，史料中所说的“守”，就是不动的意思，这是超新星记载中很重要的特征，而一般有关彗星的记载中是没有这种特征的。



十八世纪三十年代，就在天关星附近，有人发现一片形如蟹状的星云，根据科学工作者的观测，蟹状星云是一个很强烈的射电源。而且它既发射可见光，又辐射X射线和 γ 射线。这是比较特殊的天体，因此它引起了天文工作者极其重视。1968 年，科学工作者又从蟹状星云

中心区域，接收到脉冲星发出的讯号。科学研究告诉我们，这颗脉冲星，在已知的脉冲星中是最年轻的，也是最有研究价值的。脉冲星是什么样的星？它是怎样演变的？它是不是超新星爆发后剩下的内核？这些天体演化的重要问题，可以通过对蟹状星云的研究得到新的认识。

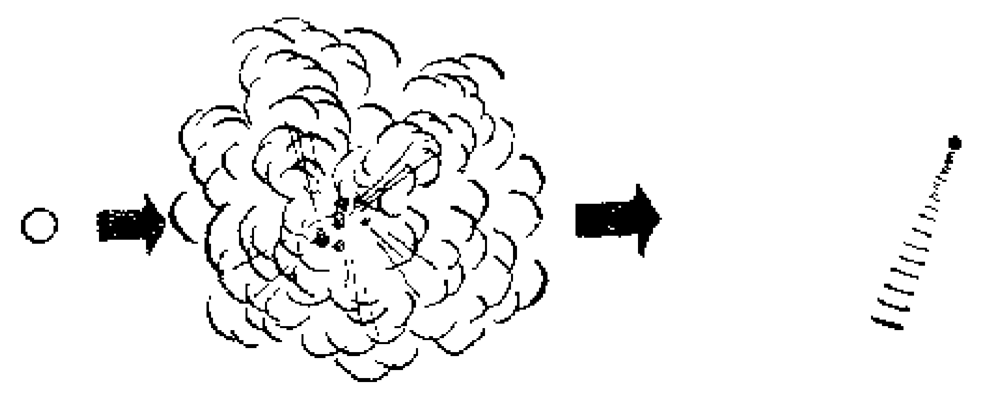
科学工作者根据蟹状星云膨胀的平均速度和蟹状星云脉冲星自转能量减少的数据，已算出它的近似年龄为 1000 年，正好与天关客星爆发的时间相吻合。同时根据蟹状星云脉冲星的某些特性，证实了脉冲星就是高速自转着的中子星，它是超新星爆发后形成的一种特殊的恒星。因此，我国 1054 年天关客星爆发的详细记载，为研究天体演化提供了宝贵的资料。它是我国劳动人民对天文学、物理学和其他一些科学的一个巨大贡献，也是我国古天文的一项重大成就。近年来，它已得到国内外科学界的普遍公认。

毛主席教导我们："**我们这个民族有数千年的历史，有它的特点，有它的许多珍贵品。**"1054 年天关客星的实测记录，是世界上最早、最精细、最正确的。这是一项十分宝贵的文化遗产，对近代科学有着重大意义。我们必须按照毛主席的教导，整理和研究祖国的天文学，这对现代天文学的研究有着重要的参考价值。

脉冲星、中子星和超新星相互有什么联系？

1967 年，射电天文工作者发现了轰动一时的新型天体——脉冲星，它引人注目的特点是以非常稳定的周期发出电磁脉冲，它们的脉冲周期最短的是 0.033 秒；最长的是 3.75 秒。经过全世界许多天文工作者的努力研究，现在知道已经观测到的脉冲星是银河系内的天体，已知 160 颗脉冲星的距离都不超过 55000 光年，直径只有 20 公里左右。我们把它们与太阳的直径 140 万公里比较一下，就可以知道它们个儿很小。从脉冲周期的逐渐变短，可以算出它们的平均寿命约 400万年。而普通恒星的寿命平均长达 100 亿年以上，可见脉冲星的生命期是很短促的。它是恒星演化到晚期阶段的产物。

什么是中子星呢？中子星几乎全部由中子所组成。中子是原子核中不带电荷的重粒子，中子的体积只有原子的三亿亿分之一，因此中子星是非常紧密的天体。中子星密度极大，1 立方厘米的中子星物质重达 1 亿吨以上。虽然早在 1932 年就有人在理论上指出它可能存在，但是到脉冲星发现以后，人们才认识到脉冲星可能就是中子星。现在普遍认为，脉冲可能是天体迅速自转时，在某个方向发射的电磁辐射。脉冲的周期都短于几秒钟，表示它们的自转速度



恒星　　　　超新星　　　　脉冲星

很快，通常是直径很小的天体才能如此迅速自转，否则将使星球本身散裂。在我们已知的各种类型的天体中，只有中子星具备这些条件，所以现在普遍认为脉冲星就是中子星。

再来谈谈超新星。1934 年有人推测中子星可能是在超新星爆发过程中产生的，但这种意见一直不能使人信服，直到发现脉冲星以后，人们才知道这种看法是正确的。因为在超新星所在的位置，确实发现了脉冲星。前面我们已经知道，脉冲星就是中子星，所以很可能在超新星爆发时，外壳向外爆炸而内核急剧收缩成为中子星。

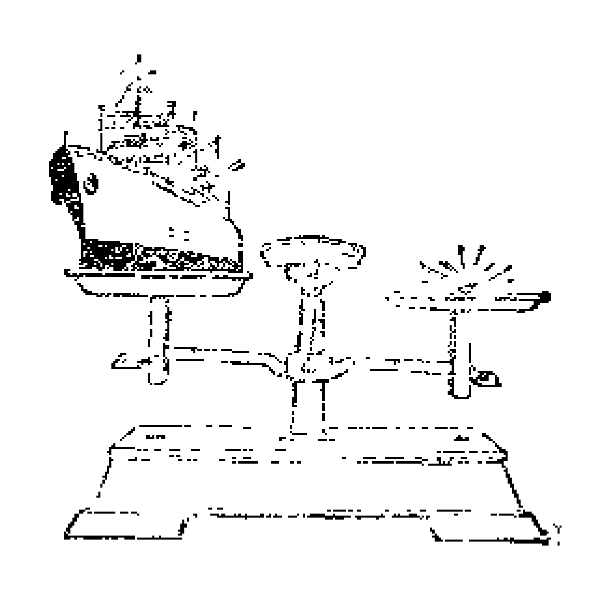
为了判断某种理论或假说是否正确，常常需要有考验的时间。正确的东西总是经过曲折的发展，才能得到多数人的承认。中子星的发现过程也是一个很好的例子，虽然三十年代已经有人从理论上预言它的存在，并且正确地预测可能是在超新星中产生的，但是经过四十年的考验时间，直到脉冲星的发现以后才得到了多数人的承认，经过这样曲折的发展，才把脉冲星、中子星和超新星联系在一起来认识了。

为什么会有超高密度的天体?

假如有人告诉你：一块乒乓球大小的物体有一亿吨重，你会相信吗？的确在地球上要寻找体积这样小而重量这么大的物质真是踏穿地球无觅处。可是，在宇宙空间中，它不但客观存在着，而且还有比它密度更高的天体呢！这类物质，我们就称它为“超高密度物质”。

宇宙空间种类繁多的恒星中，根据现有的认识，要数中子星的密度最高。它个子很小，半径只有十公里左右，而它外层物质的密度就已经高达每立方厘米10万吨；中心密度大到每立方厘米10亿吨。1967年人们发现的“脉冲星”，普遍认为就是自转很快、磁场很强的中子星。中子星是恒星发生了大爆发，成为超新星以后留下来的残骸。

其次是白矮星。白矮星的平均密度每立方厘米有0.1～100吨；中心密度高达每立方厘米1～10万吨。它也是恒星演化到晚年的产物。



此外，宇宙间还有其他类型的超密天体，例如在星系的核心和类星体的核心部分，都

可能有这种天体，它们比恒星的质量大得多。

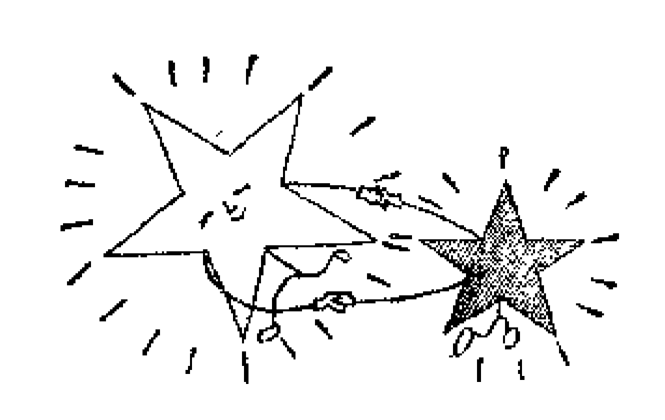
为什么会有超高密度的天体呢？

超高密度的天体是恒星演化到一定阶段的产物。恒星的一生是引力收缩和各种排斥因素相互斗争的一生。有些质量较小的恒星演化到一定时期，当它变得越来越膨胀、越来越明亮以后，终于造成了恒星内核和外壳的分离，产生了一次抛射，只留下一个密实的内核，并很快地收缩成很小很密的白矮星。另一些恒星由于它的质量较大，星体内部的高温，促使恒星外部发生大爆发，把外壳炸成粉碎而内核收缩成一颗更小更密的中子星。

至于星系和类星体核心部分的超密天体，那是星系和类星体在演化过程中，它内部吸引和排斥运动在一定的条件下的产物。

各种各样的超高密度天体的发现，进一步证明了宇宙间物质的多样性。正如列宁指出的那样："**唯物主义者认为世界比它的显现更丰富、更生动、更多样化，因为科学每向前发展一步，就会发现它的新的方面。**"研究超高密度天体的性质，对于了解恒星的演化、基本粒子和化学元素的形成等问题具有重大意义，它向我们提出了非常众多的尚未解决的问题，等待我们去探索和研究。我们坚信，只要遵循辩证唯物主义自然观，必定能深化对宇宙各种物质的认识。让我们共同努力吧！

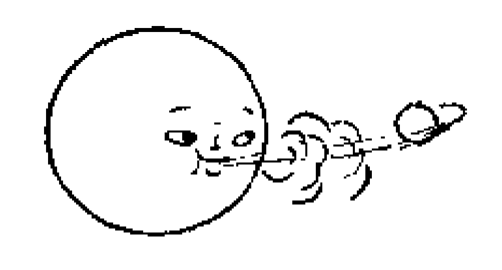
为什么要研究双星？



双星，是指两颗靠得很近，相互之间有物理联系，围绕共同的质量中心作轨道运动的恒星系统。

双星系统在恒星世界中数目众多，太阳的近邻就有四分之一是双星。近年来科学研究中发现的许多特殊天象，如新星、再发新星、共生星等，也与双星有关。研究双星有很重要的意义。

首先，我们要弄清楚天体的来龙去脉，必须认识天体。恒星的大小就是一种重要的资料，而质量更是恒星最主要的物理量。单颗的恒星，除了离我们最近的太阳外，都无法测量它们的质量。而通过对双星的观测研究就能获得它们的质量情况。双星在围绕着共同的质量中心作轨道运动时，我们可以看到一颗恒星遮掩另一颗恒星的交食现象。通过观测获得的交食光变曲线以及它的运动速度情况，我们就可以算出两颗恒星运行轨道的大小和恒星的大小。然后运用刻卜勒行星运动第三定律：轨道运动周期的平方与轨道半长径的立方成比例的关系，即可得到它们的质量。





其次，我们通过对双星轨道运动的研究，可以进一步证明一切物体都相互吸引，它们之间引力的大小与质量、距离的关系，认识万有引力定律在自然界的普遍性。

最重要的是，对双星的研究，可以开拓和加深我们对恒星演化的认识。双星分两大类：一类是“远距双星”；一类是“密近双星”。远距双星它的两颗子星分离较远，两颗星的演化同一般单颗恒星的演化差不多。而密近双星情况就大不一样了。天文工作者在著名的食双星大陵五中，观测到一个演化怪现象：双星中质量较小的子星演化快；质量较大的子星演化得很慢。这与恒星质量越大演化越快的单颗恒星演化理论发生了矛盾。原来双星的演化和单星的演化不一样。正如毛主席指出的**“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”**密近双星中的一颗主星，当它中心区的氢消耗完后，要经历一次激烈的膨胀。在长时间的膨胀后，就要向外抛射物质。这些物质极快地、大量地转移给它的伴星，两颗子星间的物质就产生了交流。这样，双星系统中的一颗子星的演化，就要影响到另一颗。结果我们就会看到它的主星质量小而演化快，伴星质量大而演化慢的怪象。因此，对密近双星演化规律的研究，可以

使我们对一些不稳定恒星有更深刻的了解。

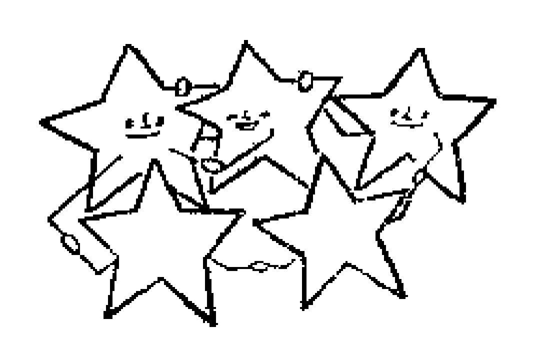
由此可见，要研究天体史，双星是我们必须关注的对象。

双星、聚星和星团是怎样形成的？

两颗彼此靠得很近，相互之间有一定联系的恒星系统叫做“双星”；由三颗到七、八颗恒星聚集在一起的叫“聚星”；几十颗到成千上万颗恒星集合在一起的恒星集团称为“星团”。

双星是怎样起源的呢？有三种不同的看法：第一种意见认为，在星际云凝聚成恒星的过程中有两个凝聚中心，因此发展成为一对双星；第二种看法认为，一颗恒星由于自转很快而分裂成两颗星；第三种看法认为，是一颗恒星俘获接近它的另一颗恒星，因而形成双星。不同的双星形成的方式也不同，双星的起源很可能三种方式都存在，当然也可能有的看法不正确，这只能让今后的观测研究去作判断了。

有关聚星和星团起源，也有多种学说，其中的一种叫做“弥漫说”。



弥漫说认为：聚星和星团都是由星际物质云形成的。星际云引力收缩时，由于湍涡流的出现和其他

原因，星际云碎裂为好些块，每一块又在引力作用下继续收缩，终于形成了一颗恒星。星际云的质量越大，就会碎裂成越多的块，因而形成了很多恒星。聚星是由较小的星际云形成的，星团是由较大的星际云形成的。由于星际云的碎裂过程不只一次地发生，因而大的聚星可以包含小的聚星和双星，星团里又可以包含好些聚星和双星。

例如，北极星是一个"三合星"，也就是一个小的聚星。一般我们看到的北极星，是一个双星的主星，它的伴星光度很微弱，肉眼看不到。在离开双星不远的地方还有一颗恒星，它是聚星的成员之一。弥漫说认为它们开始是一个星际云，先分裂成大小不同的两块，大的一块形成了双星，小的一块形成了第三颗星，它后来被双星俘获，和双星互相绕转起来，这样就形成了北极星这个聚星。

假如星际云更大，会碎裂成大小不同的许多碎块，比较大的碎块，会再度碎裂成较小的块，这样就形成了一个包含不少聚星、双星，还有许多单星的星团系统。

另一种学说认为：有些聚星和星团是由超密物质块爆炸形成的，较大的超密物质块形成星团，较小的形成聚星。爆炸碎块中那些较大的还会再度爆炸，使得星团里包含着聚星。观测表明：有些聚星的成员在向外运动，整个聚星在瓦解着。

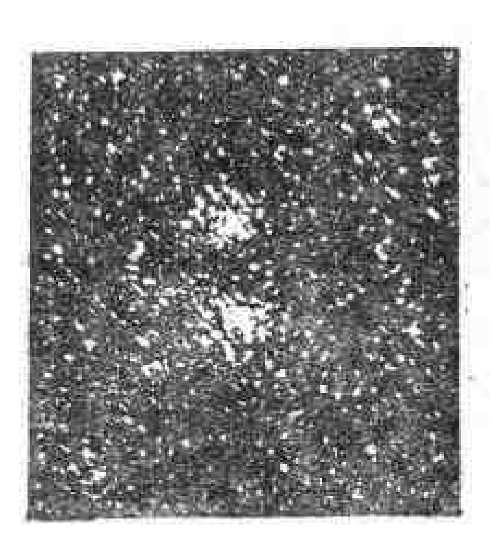
近年来有人把以上两种学说结合起来，认为星际云由

于引力收缩，中间部分物质密度较大，收缩也较快，因此中心就形成了密度很大的一块，这密度很大的部分由于某种原因，爆炸为好多碎块，碎块向外飞奔，成为一个瓦解着的聚星。然后又有物质收缩到中心，再次产生爆炸，又形成了一个瓦解着的聚星。这种过程一直进行下去，直到星际物质大部分形成了恒星才结束。

关于双星、聚星和星团起源问题，以上这些假说，还需要在进一步研究中确定它的正确程度。

为什么要研究星团？

晴朗的夜晚，繁星满天，各处疏密不等，有的单个独处，有的成双成对，有的三五成群，有的紧邻密集成为恒星集团。但是看起来是密集相聚的群星，并不一定都是天文学上所说的星团。不仅如此，即使在星团区域所观测到的恒星，也不一定都是那个星团的成员星。只有那些与我们的距离大致相同，并且运动的方向和速度又大致相似的群星，才构成一个星团。星团分为球状星团和疏散星团两类。

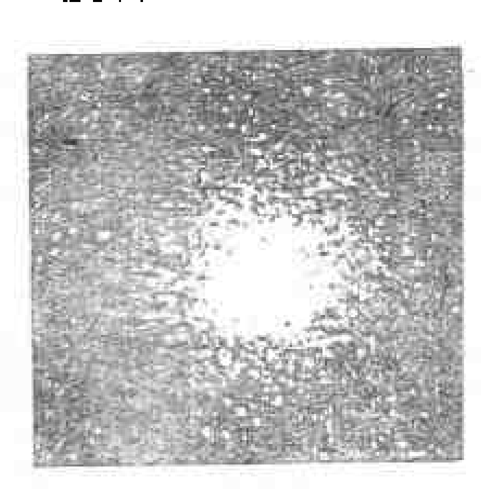


疏散星团

冬春之夜，看到猎户座三星上

面的金牛座中，有七颗亮暗不一、相聚一处的七姊妹星，那就是我国古代命名为昴星团的一个有名的疏散星团。如果在天文望远镜中观看，就会看到它是由几百颗恒星所组成，它们和地球的距离是400多光年。由于它们没有一个紧密的核心部分，就称为疏散星团。疏散星团都处于银河系的银道面附近，所以又称为银河星团。每个疏散星团的成员星多少不等，从几十颗到20000颗左右都有。现在天文工作者已经发现的疏散星团已有1000多个。

夏夜乘凉，我们可以在明亮的织女星附近的武仙星座里，见到一颗星，但从天文望远镜里观测，那根本不是一颗星，而是一个众星密集的球状星团。人们在这个星团中已经计数到4万多颗星星，而实际上这个星团的恒星可能多达一、二十万颗。这种星团的成员星越到中心越密，整个恒星集团象圆球状，所以被人称做球状星团。在银河系中已经发现了130多个球状星团。



球状星团

在二十世纪初期，人们发现绝大部分球状星团都分布在银河系中心方向的半个天球上，而在另外半个天球上却很少。为什么会有这样奇怪的分布呢？其实一点也不奇怪。问题是我们对自己在银河系中所处的地位缺乏真正的了解。银河

系是呈椭球形状的，里面大致均匀分布着球状星团。由于我们观测者站在靠近边缘的位置上，向银心方向看，看到的球状星团就很多；向后看是银河系的边缘，看到的球状星团很少。就象我们聚集在广场上开会一样，如果你站在广场的边缘，向中心方向看的时候，前面都是人；回过头去向后看的话，后面的人就很稀少了。天文工作者正是根据球状星团的这种分布，认识到太阳系位于靠近银河系边缘的位置上。观测分析结果告诉我们，太阳系离银河系的中心，距离约23000光年！从而对我们自身所处的银河系有了真正的认识，从科学上证实了太阳不在银河系的中心，更不是"宇宙的中心"，而仅偏处于银河系的一隅。天文工作者对球状星团的研究，丰富了我们对银河系的结构及其运动的认识。

星团是由许许多多恒星集聚在一起的恒星集团，可以说它们的成员与我们的距离大致是一样远。就好象我们遥望一队红小兵在远处攀登一座山峰，虽然每个红小兵与我们的距离都不一样，但是这种差别比起他们与我们的距离来是很小的，可以说他们与我们的距离一样远。正因为星团恒星与我们的距离大致一样，我们看到星团中一颗星和另一颗星亮度差多少倍，也就是它们真正发光本领的光度差多少倍。这样只要我们测定了星团各恒星的亮度以后，就可以立即算出星团中恒星的光度。这种各成员星光度分布的

资料对研究星团的演化是很重要的。

另外，星团中的恒星很可能是由相同的星际物质在相同的时期形成的。通过对星团中恒星的物理特性、化学组成的研究，可以帮助我们了解那些同时产生而质量大小不同的恒星，它们的演化存在哪些差别，以及含有年轻恒星的星团与星际云之间在演化上的关系，这对了解恒星的形成过程和形成条件有很大帮助。

星云是什么？

从望远镜里可以看到，天空中除了有许多星星和星团以外，还有很多云雾状的“斑点”，这就是星云。

星云有两大类，一类称为河外星云，它们都是与银河系一样庞大的恒星系统，所以确切地说应该称它们为河外星系。另一类是属于银河系之内的星云，叫作银河星云。它们是由星际空间的气体和尘埃聚集而成的。银河星云按大小、形状和物理性质的不同分类，有弥漫星云、行星状星云和球状体等多种。下面让我们看一下几种银河星云的情况吧！

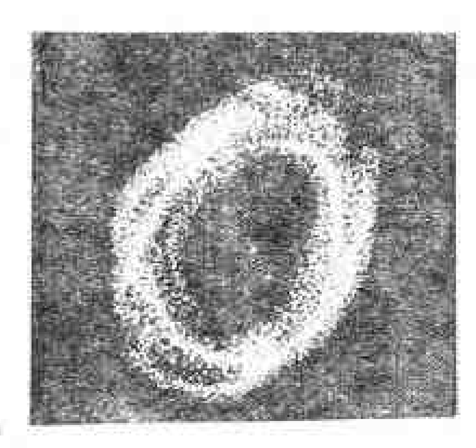
弥漫星云一般形状不规则，边界不明显。它的体积非常巨大，平均大小可达几十光年。密度很低，相当于水的密度的一百万亿亿分之一。它们的质量差别很大，大的可以

达到太阳质量的几千倍；小的只有太阳质量的几分之一。它们集中分布在银河系中央平面附近，主要集中在旋臂里，并有成群的倾向。它们有的发光，称为亮星云；有的不发光，称为暗星云。猎户座马头暗星云，就是在亮的星空背景上，吸收后面星光的黑暗星云，看上去象马头形状。

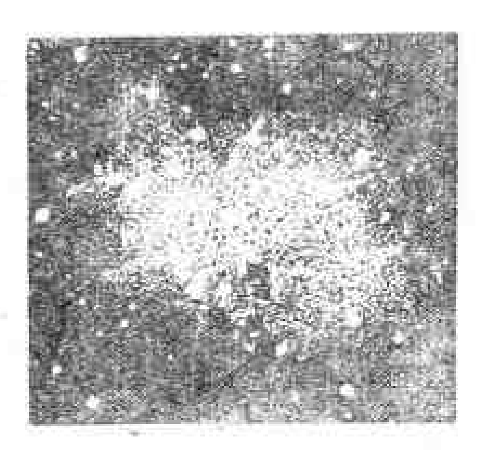


马头星云

行星状星云常常呈现为绿色圆形或椭圆形的圆盘，它的中央有很热的核星，由于星云内部较稀，周围比中间密而亮，因而看上去很象个环。有的有双环，放大的星云照片上，可以看出丝缕的结构形状。这种星云可能是在许多年前新星爆发抛出的气体壳层形成，著名的天琴座环状星云就是一例。它们的中心星的温度可达3～10万度，中心星的紫外辐射激发包围它的星云，使星云发出可见光并发



天琴座环状星云



金牛座蟹状星云

亮。从光谱分析知道，星云周围气体，现在仍以每秒几十公里的速度膨胀着。行星状星云比弥漫星云要小得多，有的直径还不到0.2光年。气体温度约在10000～20000度之间，密度比弥漫星云要大得多。这样的星云目前发现的数目已超过1000个，多数分布在银河系中心附近。

有一些亮星云的背景上，还可以看到小的圆形暗黑天体，它的大小约为几十个天文单位，是不透明的球状天体，所以称它球状体。在人马座M 8亮星云背景上，这种球状体特别多。它们可能是在诞生中的恒星的胚胎。

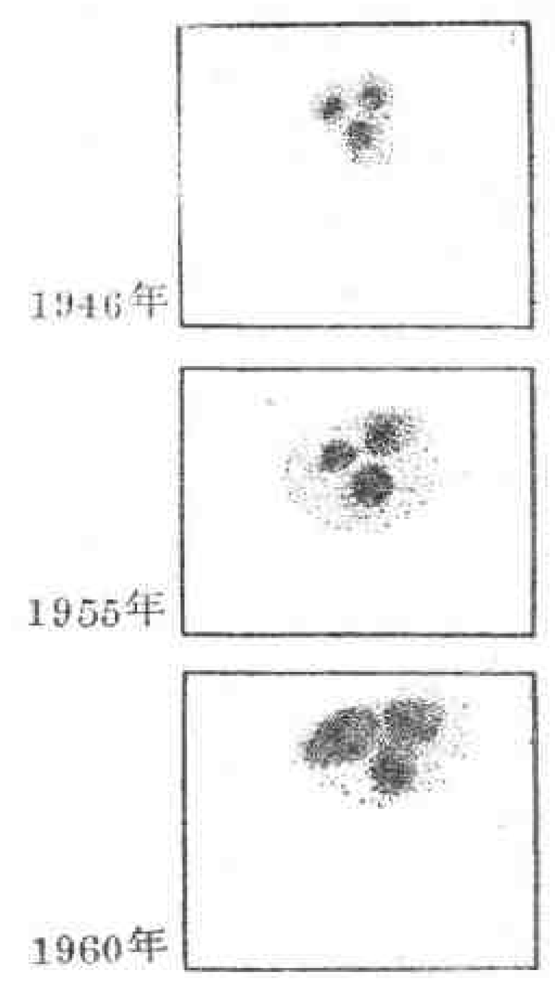
星云和恒星的化学成分基本上是相同的，它们不过是宇宙空间物质的不同聚集状态，在一定条件下可以互相转化。星云可以收缩逐步演化成恒星，恒星演化到一定阶段，也可产生爆发而抛出星云状物质。例如金牛座蟹状星云就是我国古代（公元1054年）记录下来的一次超新星爆发的遗迹。

哪些天体是正在形成中的恒星？

近年来，随着科学技术的发展，科学工作者对天体起源和演化的研究发展很快，新现象和新型天体不断发现，不少天体被人们认为是正在形成中的恒星。但是对它们的了解还太少，我们需要进行更多的观测和理论研究，才能完全

肯定。现在举几种比较重要的，让我们初步和它们结识一下吧！

球状体：在一些明亮星云和恒星密集区域的背景上，存在一些球状的暗黑稠密天体，它们的直径约为太阳直径的数百万倍，它们的质量相当于百分之几到几个太阳的质量。我们把它们叫做球状体。这些球状体可能就是恒星或恒星群的“胚胎”。



类星云状体：在本世纪四十年代末至五十年代初，天文工作者发现了一种有着恒星那样核心的小星云，它们的光谱与明亮的星云不同，但和很年轻的恒星相似。有趣的是，有几个类星云状体，经过几年以后又会分裂出新的恒星那样的亮核来。有人认为，这些亮核就是正在形成中的恒星。

猎户座 FU 星：这颗星本来很暗弱，但突然间变得很亮，并一直稳定在这样的亮度上。根据近代天体演化的一种理论，在恒星由星云物质刚凝聚形成的时候，有一个突然发亮的过程，这是因为它猛烈收缩时温度陡然增高，而且驱

散了它周围残存的尘粒物质的缘故。可以说它是一个刚形成的星。目前这样的星体已经发现不止一个了。

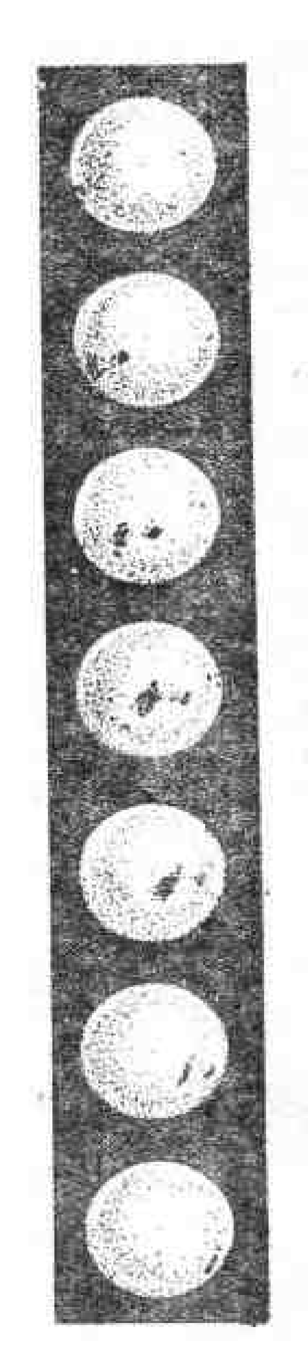
红外天体：六十年代以来，由于红外线天文观测技术的发展，在一些存在年轻恒星的星云区，观测到一些温度极低的强红外线辐射源。根据恒星由星云物质形成的假说，在恒星形成的最原始阶段，它们的温度应该是很低的。因此，这些发射出强红外线辐射的低温天体，将来很可能会变成恒星。

天文工作者把上述这些类型的天体称为"原恒星"。原恒星在天体史的研究中是很重要的。我们可以把原恒星比作"胚胎"，在生物史的研究中，对生物胚胎的研究是非常重要的，只有研究胚胎才能知道生物是如何发育成长的。同样，在天体史中只有研究原恒星，才能知道恒星的演化过程。因此，目前这方面的研究工作正在蓬勃地发展中，这里先认识一下，让我们今后共同努力，查明它们的真面目吧！

为什么天体会自转？

地球在自转着，每天自转一周。月亮和太阳也都在自转着。月亮的自转周期是1个月，和它绕地球转1周所需的时间一样长，所以地球上的人们才老是看到月亮的同一面。太阳赤道处自转周期是25天。地球以外的其他8颗大行

星也都在自转着。在轨道已经定出的1966颗小行星中，已经证明有50多颗在自转着。在千千万万颗恒星中，已经测定有2000多颗在自转着，其余的很可能也在自转着，只是速度快慢不同而已。太阳系所在的银河系是一个庞大的天体系统，它也在自转着，就象工厂里的飞轮在不停地转动着那样。有的读者也许会说，飞轮转动很快，银河系难道也是飞快地转动着吗？真是这样。太阳是银河系的成员，太阳附近这部分银河区域绕银河中心(简称银心)的旋转速度每秒达250公里，转动得多快呀！



伟大的革命导师恩格斯指出："**运动，就最一般的意义来说，就它被理解为存在的方式、被理解为物质的固有属性来说，它包括宇宙中发生的一切变化和过程**"。星球的自转运动，是天体运动的一个方面。自转在各种各样的天体中，在各种各样的星球中，是一种十分普遍的现象。

那末天体为什么会自转呢？

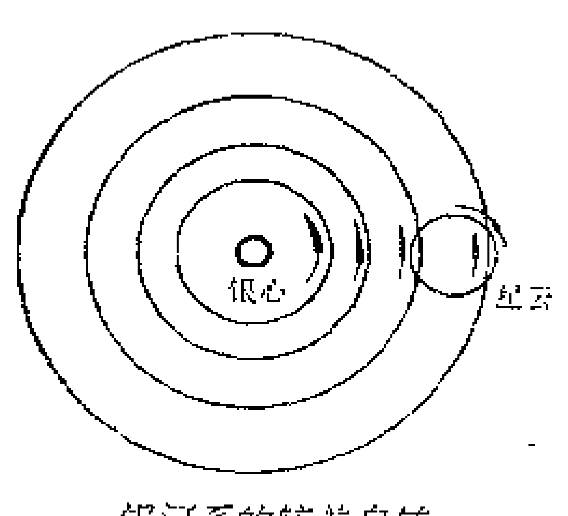
天体自转的原因很多，有自身的原因，也有与其他天体的互相影响，必须对具体情况进行具体分析。天体自转常

常是和天体的起源联系在一起的。

先说说星球的自转吧，就以太阳为例。目前一般认为整个太阳系是从一个自转着的星云（星际云）收缩形成的。星云的中心部分先形成太阳。星云本来是自转着的，由星际云形成的太阳也是一开始就自转着。按照角动量守恒定律，由于太阳的体积比起原始星云来大大缩小，太阳的自转就比原始星云自转快得多。因此由星际云收缩形成的恒星自转，一般都来源于星际云的自转。

读者一定会问下去，星际云又为什么会自转呢？科学工作者综合了丰富的观测资料，假设主要有两种原因：

第一种原因叫做“银河系的较差自转”。银河系外部，在中间密度较大的物质的万有引力作用下，绕银心转动。转动的速度类似太阳系九大行星绕太阳的转速那样：离中心越远的天体转速越小。在图上我们以箭头的长短表示转速的大小，可以看出，由于这种有差别的转速（即“较差自转”），一个星际云离银心较远的那一部分的转速，将比离银心较近的那一部分的转速小。这个差别虽小，但星际云将因此自转起来。如果这个假设成立的话，恒星的自转轴就应当



银河系的较差自转

平行于银河系的自转轴。可是已经测定在自转的恒星中，大部分恒星的自转轴并不平行于银河系的自转轴，太阳就是一个最明显的例子。今天太阳和太阳系的自转轴与银河系自转轴成 62 度的交角。所以大部分恒星的自转可能不是这个原因。

第二种假设是，星际云中出现的湍涡流造成了自转。在原始星际云中，微粒团存在着绕本身轴线旋转的紊乱运动(湍涡流)，当星际云碎裂成许多块时，各块由于原来的湍涡流运动会以不同速度自转起来。所以星际云自转的起源很可能是由于原始星云里的湍涡流造成的。如果银河系和河外星系是从更大的星云所形成的话，那末它们自转的原因也可能是这样。

那末，地球和行星、卫星为什么会自转呢？一般认为它们在形成过程中，周围的固体块坠落于行星胎上面，这股撞击力，引起了行星自转。行星形成的晚期阶段，很大的固体块坠落于行星胎上可能改变行星胎的自转方向，造成自转轴和公转轴间有一定的倾角(现在地球的这个倾角是 23 度 27 分)，甚至还可能使行星朝相反的方向自转起来，太阳系的金星就是这样。

月亮的自转原因又不一样。追溯到遥远的过去，月亮的自转可能比现在快得多。还是在它发展史的早期，它的表层曾经一度处于半熔融状态，具有可塑性。地球的吸

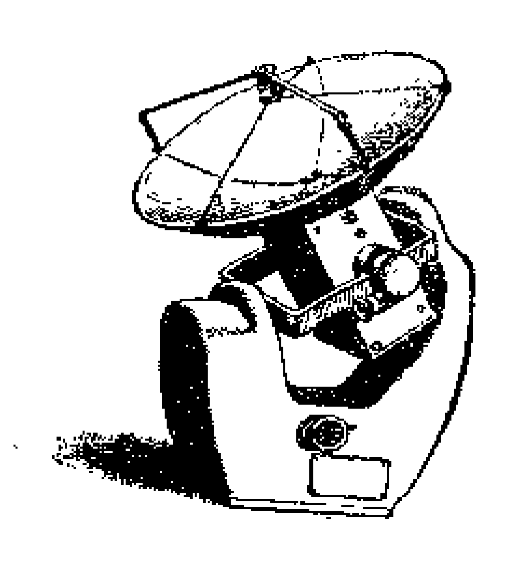
引使它最靠近地球的那一部分表面略微隆起，就象产生潮汐似的。地球对这个隆起部分的吸引使隆起部分逐渐成为老是向着地球，这种作用就是潮汐摩擦作用。由于这个原因，使月亮的自转周期逐渐变慢，一直到隆起部分面对地球为止，这时月亮的自转周期就等于它绕地球的公转周期，这称为“同步自转”。今天，我们观测月亮向着地球的那一面，可以看到那比周围高过310米左右的隆起部分。其他大的卫星，如木卫一、木卫二、木卫三、木卫四、海卫一等，也由于同样原因而绕行星同步自转。还有一部分小行星的自转，可能是由于互相碰撞而产生的。

从上述例子可说明，各种天体的自转是与天体的起源和演化有密切关系的，在分析研究时必须区别对待才行哩！而且，上面介绍的几种原因，也还需要在理论和实践中进一步确定它们的正确程度。

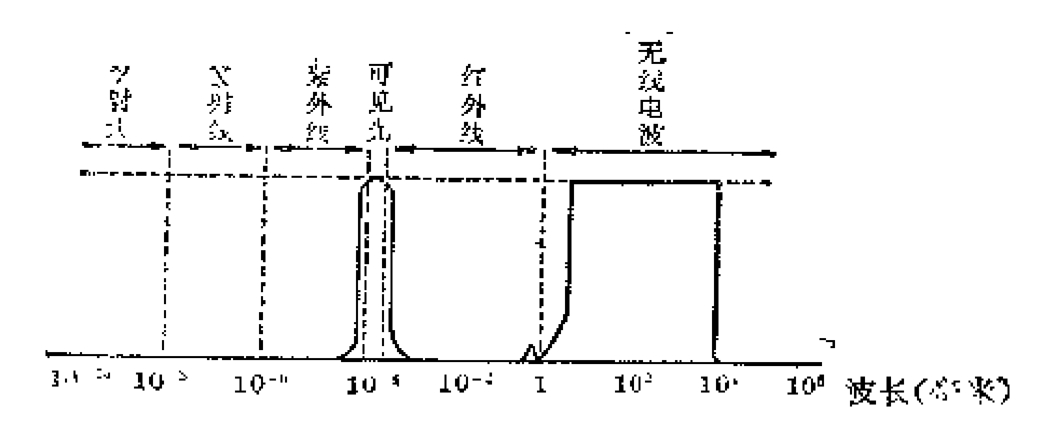
为什么要用射电望远镜观测星星？

射电望远镜又叫做无线电望远镜，它可以接收各种天体发出的无线电波。射电望远镜主要由天线和接收机两部分组成，天线相当于光学望远镜的物镜；接收机把天线收集的信号变成可以用仪器测量和记录的低频信号，或者变成直接进行照相的图形。

天上的太阳、月亮、星星和其他许多天体，都可以发出各种波长的辐射，从波长最短的 γ 射线到X射线、紫外线、可见光、红外线，直至波长最长的无线电波。当然各种天体的辐射强弱差别很大。测得各种天体的辐射能量在什么波长的辐射强，在什么波长的辐射弱，它的分布情况怎样，就可以知道天体表面温度、压力等物理情况。



在照相机发明以前，人们用眼睛或通过望远镜观测天体，那时只能了解天体在波长0.40微米（紫光）～0.75微米（红光）这一很窄的波带内的辐射情况。尽管天体有各种波长的辐射，而人们却视而不见，这是因为人眼对可见光以外的其他辐射都不敏感。后来望远镜照相方法发明了，照相底片的感光灵敏区可以扩展到紫外和近红外区，又把人们的眼界逐步扩展了。到了二十世纪四十年代，随着无线电技术的发展，天文工作者开始用射电望远镜来探测天体，使我们了解到天体发出的无线电波的情况。现代科学技术已经能使我们探测到天体发出的各种波长辐射。但遗憾的是，地球的大气只允许一部分波长的辐射通过它，在地面上我们只能通过几个对地球大气透明的波段（即透明天窗）来观测星星。从图中可以看出，在晴朗无云



的情况下，地球大气除了对可见光是很透明的以外，另一个最大的透明区就是无线电波了。

用射电望远镜观测星星，使我们对天体的辐射能了解到更宽广的电磁频谱的范围，对它的认识也会更全面。有些天体在可见光波段的辐射并不突出，而在无线电波段有非常强的辐射，这就更需要用射电望远镜来观测它们。宇宙间存在许多尘埃粒子云，挡住了我们在可见光波段的视线，但对无线电波的阻挡较少。因而，射电望远镜可以观测到光学望远镜无法见到的天体。另外，射电望远镜的灵敏度很高，它能发现更微弱的信号，用射电望远镜比光学望远镜能观测到更遥远的天体。

射电望远镜为我们获得了一种非常有用的观测手段，使人们在认识宇宙天体方面得到一系列新发现。它将继续发挥重要的作用，为研究天体演化作出应有的贡献。然而它并不是完美无缺的，在波长几十米以上的长波段，我们在地面上由于电离层的反射，观测不到其他天体来的辐射；在

波长更短的短毫米波段和亚毫米波段，又因地球大气的强烈吸引而难以观测。在这些情况下，那就最好到高山或用火箭和人造卫星到大气层外面去进行天文观测了。

为什么要到大气层外面去进行天文观测？

我们的地球外面裹着一层又厚又密的大气层。大气的存在，是地球上生命生存和发展必不可少的条件之一。它向我们提供了用之不竭的氧气；大气层中薄薄的臭氧层，吸收着太阳的强烈紫外线；电离层则阻挡了来自太阳的X射线辐射，不让它到达地面。这层浓厚的大气层又使得闯进地球的绝大多数"小石块"在到达地面之前，与空气高速摩擦而烧毁成为夜晚常见的流星，从而保护着我们，不受这些"小石块"的袭击。

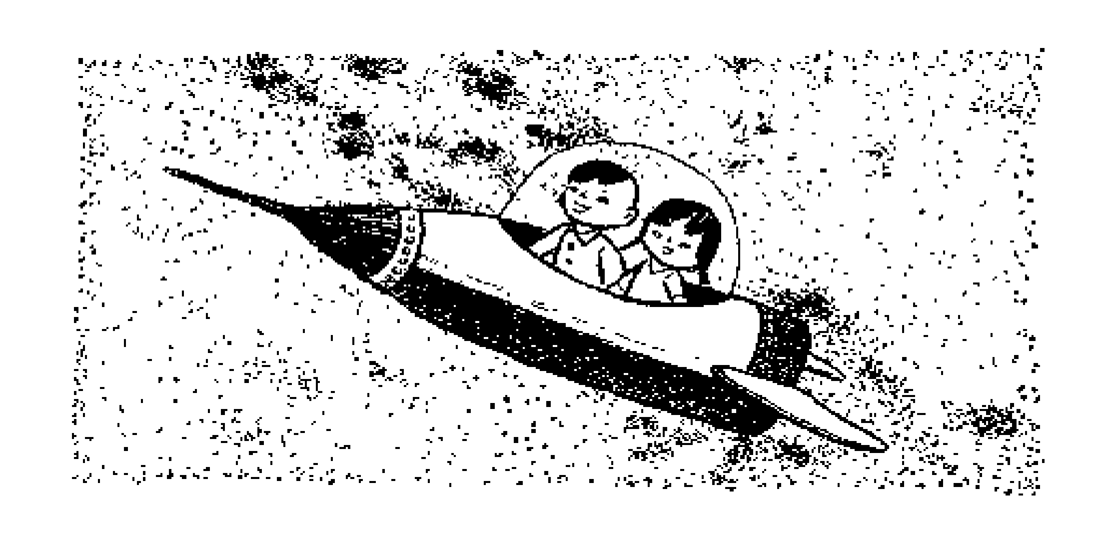
然而，大气的存在，却给地面上进行天文观测带来了一些不利条件。

首先，由于地面和空气吸收大量的太阳辐射，造成空气冷热不平衡而形成风。特别是低层大气温度和密度分布得非常不均匀，当我们透过这处于不规则运动中的大气层时，看到的星像就象在眨眼似的，使我们难以获得宁静而明锐的星像。

其次，由于大气层的存在，好象在地球外面筑了一道围墙，天体辐射受到大气层的阻挡，除了0.40～0.75微米波长范围的可见光，和近红外区辐射基本上能够透过大气层外，波长短于0.29微米的紫外线，完全被大气中的氧和氮等分子所吸收；1～1000微米波长范围的红外辐射，几乎全部为水汽所吸收，只留下几个“窗口”。至于波长更长的无线电辐射，只有1.25厘米～30米波长范围的辐射透过，波长短于1.25厘米的无线电辐射严重地被空气中氧、水汽等分子所吸收，只有几个不完全透明的窗口允许毫米波通过；而波长长于30米的辐射，则被电离层所反射。所以，地球大气对天体辐射“把关”把得很严，能够畅通无阻的透明“窗口”是很少的。这就大大限制了地面天文观测的波段范围。特别是由于大气的强烈吸收，地面上根本不能对天体进行紫外辐射、X射线和γ射线的观测，而对这些辐射源的观测，正可以取得关于天体能量来源和如何演化的重要情报。

另外，大气对光线的散射会产生一定亮度的天空背景，还有天气的阴雨等，也妨碍了地面观测，当然这些不利因素可以选择良好的观测地点来克服。

由于上述一些原因，人们早就设法利用气球、火箭等进行高空或大气外的天文观测。在人造卫星发射成功之后，人们就着手利用人造卫星进行大气外的天文观测，来弥补



地面天文观测的不足。从而大大扩充了观测波段，提高观测质量，发现了许多新的重要的天文现象和更暗的天体，加深了对天体演化的认识。

但是，大气外观测也有许多缺点，例如：花的费用太大；观测仪器的口径、仪器稳定性、观测资料的储藏和传输等等，都受到很多的限制。

所以地面天文观测和大气外天文观测各有优点，也各有缺点，两者应该互相结合起来进行。即使经常进行大气外天文观测，地面天文观测也是必不可少的，而且现在主要的观测还是在地面进行的。

新型辐射源对研究天体演化有什么意义？

科学研究告诉我们，光波和无线电波本质上是一样的，都是电磁波。它们的不同，只是波长不一样。人眼能感觉到的光，称为可见光，波长大约在 0.40～0.75 微米之间。波

长大于百分之一厘米的是无线电波。可见光中又有各种不同颜色的光：红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。红光的波长最长；紫光的波长最短。波长在红光和无线电波之间的电磁波称红外线；波长比紫光短的称紫外线；波长比紫外线短的称X射线，更短的称γ射线。

一般说来，天体能发出各种波长的电磁辐射。但长期以来，人们只能接收天体发出的可见光。到本世纪四十年代，才开始利用射电望远镜接收天体发出的无线电波，从而兴起了射电天文学。随着科学技术的飞速发展，近十几年来，由于人造卫星发射成功，可以到大气层外面去进行天文观测，人类对天体的观测手段大大扩展了，已能通过接收天体发来的红外波、X射线和γ射线，对天体进行更深入、更广泛、更全面的研究，并且取得了很大的进展。

在观测中人们发现，有些天体的红外辐射很强，称为“红外源”，而有的天体的X射线或γ射线很强，分别称为“X射线源”或“γ射线源”，这些都是新型的辐射源。

发射“红外线”、“X射线线”、“γ射线”的天体，一般是一些比较特殊的天体。如发射“红外线”的红外星，多数是刚诞生不久的年轻恒星，而发射“X射线”和“γ射线”的中子星，则是演化到晚期阶段的恒星。研究它们对研究天体演化有很重要的意义。天体演化是一门综合性的科学，只有在详尽地了解了各类天体的物理特性、化学组成和运动情

况的基础上，才可能描绘出天体演化的图象。为此，仅仅通过可见光或无线电波来研究天体是很不够的。观测红外线、X射线、γ射线同可见光、紫外线观测及射电观测结合起来，这样就能对天体进行全面的研究，使我们更深刻地了解天体的本质，了解恒星的起源和演化。

银河系是怎样形成的？

银河系是一个很大很大的天体系统，它的直径有10万光年。在银河系里，恒星就有1300多亿颗，还有许多星云、星团以及正在形成中的恒星等等。银河系里怎么会存在这些丰富多彩的天体，它们又是怎样演化而成的呢？

现在一般认为，大约在200多亿年以前，有一团大致呈球状的庞大的星系际云，在自身的引力作用下，开始向中心收缩。这时候，处于星系际云外层的一部分物质，开始凝聚成为一些中等大小的云和许多更小的云块。这些早期凝聚成的云块，在一定的轨道上绕着星系际云中心的密集部分(其中心点称为银心)旋转，并且继续凝聚，中等大小的云逐渐成为球状的星团，更小的云直接形成恒星。

星系际云在收缩中，它的内部运动开始有点紊乱，后来逐步有了秩序，出现了朝一个方向的转动。随着转动速度的增加，星系际云就愈来愈扁，渐渐变成了象铁饼那样的形

状，称为"银盘"。银盘旋转到一定的时候，成为旋涡形状，里面存在一条条的旋臂。在银盘里，又形成了大量的恒星。太阳就是银盘内的一颗恒星，它带着自己的"家属"，包括我们居住的地球，现在在一个大致圆形的轨道上，以每秒 250 公里的速度，绕着银心在旋转，需要 2 亿 5 千万年才旋转一周。在银河系两侧原来球状的区域里，恒星比较稀少，叫作"银晕"。

银河系里的恒星，人们大致上把它们分成两大类，一类是形成得比较早些的年老的恒星，可算是恒星中的"老祖宗"了。它们中质量比较小的，演化的进程也比较慢些。而其中有一些质量较大的，已经演化到了晚期，通过爆发，把内部的一些重元素，抛到了宇宙空间。另一类是形成得比较晚的年轻恒星，它们的质量比较大，而且由于吸收了那些年老恒星抛射出来的重元素，所以它们内部的重元素比较多。虽则它们是第二代或第三代的恒星，但由于演化较快，有的却已经进入晚年，开始向外抛射物质。在银河系的旋臂里，有许多气体和尘埃，就是这些恒星抛射出来的，这些弥漫物质，有的又在形成更为年轻的恒星和星团等等。

在银河系的核心部分——银核里，由于星系际云的不断收缩，那里的恒星高度密集，常常会出现恒星与恒星互相碰撞，有时候两个恒星还会合成一个恒星，加快了它们的演

化速度。此外，在银核里还经常会发生新星和超新星爆发，超新星爆发后就转化成中子星。

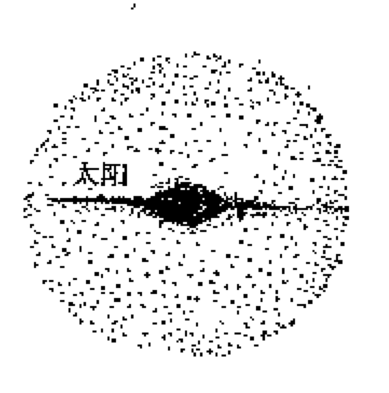
当然，人们对银河系形成的探索研究还在进行，上面介绍的是目前的一种认识，随着研究的深入，这种认识可能一部分被推翻，一部分被肯定，逐步趋向完善。人类对宇宙的认识就是不断地在实践中发展的。

银河系的结构是怎样知道的？

晴朗的夜空，我们不但可以看到满天闪烁的星星，还可以看到一条淡淡的光带，从东北伸向西南，斜贯整个天空，好象一条长河高悬在头顶，人们把它叫做“天河”。我国古代还有七月七日晚上喜鹊在天河上架起桥来，让长期隔河相处的“牛郎”和“织女”相会的神话故事哩！其实天上根本没有河，在天文学上，这条淡淡的光带叫“银河”，它是一个很大很大的恒星系统，里面共有1300多亿颗恒星。牛郎星和织女星只是其中的两颗恒星，它们之间的距离是16光年，就是说每秒能跑30万公里的光线，从牛郎星到织女星，也要跑16年，“牛郎”和“织女”怎么能在一夜之间相会呢？

我国古诗中有两句诗：不识庐山真面目，独缘身在此山中。对银河系认识也正是这样，由于太阳就是银河系恒星大家族中的一员，我们站在地球上看银河，就不容易看清

银河系究竟是个什么样子。

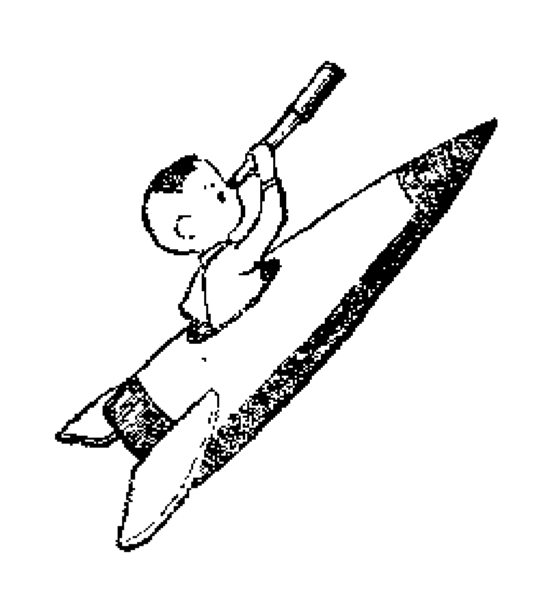


通过长期的观测研究，人们终于弄清楚了银河系的面目，它就象水流湍急的河流中出现的漩涡差不多，不过它的规模要大得多，直径有10万光年，漩涡里还有几条象翅膀似的旋臂呢。

银河系这样的结构是怎样知道的呢？

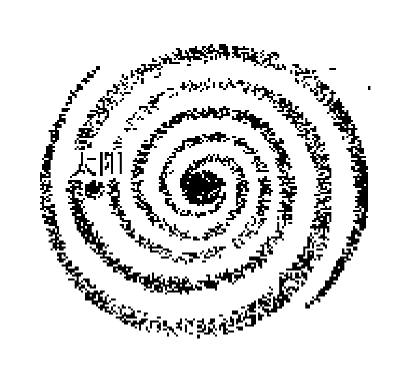
从十九世纪中叶开始，就有人在讨论银河系是不是一个漩涡状的星系？假如是漩涡状的星系，它有几条旋臂呢？

到了1938年，有人根据恒星在空间分布情况，发现在银心方向以及和银心相反方向，各有一个恒星比较密集的区域，认为银河系是有漩涡结构，这两个恒星密集的区域就是旋臂，太阳就在这条旋臂中间。



1944年，有人在观测银河系外面的仙女座大星云和其他一些漩涡状星云时，发现一些演化得比较快的年轻恒星和包围它们的一些发光的星云，高度集中在这些星系的旋臂上面。这就为研究银河系的结构提供了重要线索：银河系是否

也有类似现象呢？如果银河系里一些演化得比较快的年轻恒星和发光的星云，也有这些分布特点的话，不也就可以确定银河系具有漩涡结构了吗？到了本世纪五十年代初，随着观测技术的发展，发现银河系中演化较快的年轻恒星和发光星云确实有集聚的现象。通过大型光学望远镜观测，证实了在太阳系附近至少有三条旋臂，一条是天鹅-船底座旋臂，一条是英仙座旋臂，一条是人马座旋臂。



但是由于星际气体和尘埃对天体发来的光线有强烈的吸收，光学望远镜的观测范围是有限的，只能看到太阳系附近的这部分情况。关于银河系漩涡结构的最有力证据，还是由新发展起来的射电天文观测提供的。

氢元素是星际空间最丰富的元素，氢原子能够发射或吸收 21 厘米波长的无线电波，这种无线电波具有穿透很长很长距离的本领。天文工作者专门设计了这种观测 21 厘米波辐射的射电望远镜，观测银河系里氢云的分布情况。根据观测发现，这种氢云在银河系里有集聚的情况，并描绘出了它们集聚的轮廓线，银河系的结构终于逐渐明白了。整个银河系象个大漩涡，里面有几条旋臂，一些演化较快的年轻恒星和一些发光的星云，集中分布在旋臂里。从侧面看，银河系象个扁扁的铁饼。我们人类居住的地球和整个太阳

系，处在银河系接近边缘的位置上，因此，就象在铁饼的一侧看铁饼一样，银河系就成了一条长河，怪不得人们把它叫作“天河”哩！

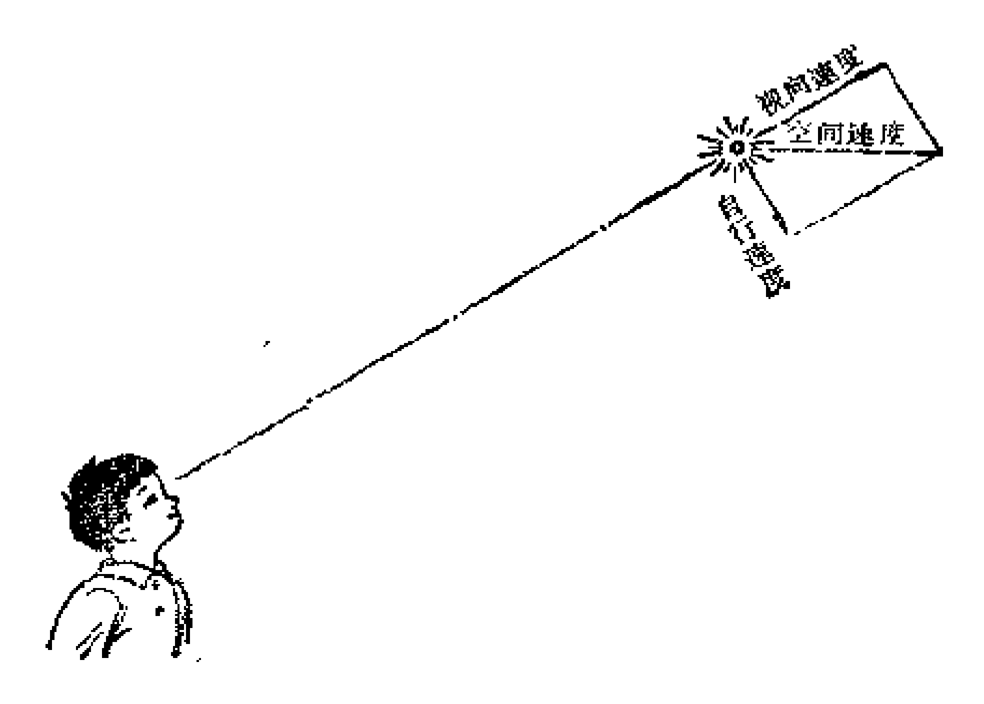
为什么说银河系在自转？

银河系象一只扁扁的大铁饼，中间厚，边缘薄。不过，银河系这只“大铁饼”，要比体育运动员所用的铁饼，大得无法想象。银河系的对称面(银道面)的直径是10万光年，厚度是6500光年。太阳位于离银河系中心（简称银心）33000光年处，是比较靠近边缘的。整个银河系里越靠近中心，恒星越密集；越靠近边缘，恒星越稀疏。

物理实验告诉我们，一个具有可塑性的圆球，如果以很大的速度自转着，它就会在自转轴方向变成扁的形状。例如地球不停地自转着，所以它不是滴溜滚圆的正圆球形，而是扁球形。地球的南北两极方向的直径比赤道方向的直径短43公里。银河系也有这个特点，它比地球扁得多了，因此人们自然会想到银河系是不是也在自转着？但是这个问题必须进行实际观测才能肯定。另外，银河系里的恒星的转动，应当象太阳系里的行星绕太阳公转那样，越往外面速度越小。这样势必在恒星和太阳之间，有一个银河系自转而产生的相对运动，这种相对运动是不是存在？天文工作

者为此做了大量工作。

先看一下下图，我们从地球上看天空中某颗恒星，星星相对于我们的空间速度，用一条斜的箭头表示。按照普通常识我们可以知道，这个空间速度可以分为两个分量：一个分量与我们看星星的方向相同，称为"视向速度"；另一个分量与视向速度垂直，天文学中称为恒星的"自行"。为什么要分成两个速度分量呢？这不是自找麻烦，而是因为我们有方法分别测定恒星的自行和视向速度，但不能一次直接测出空间速度。所以不得不进行两次测量，然后把它们合起来求出恒星的空间速度。到现在为止，通过天文工作者的辛勤劳动，已经测定了银河系中几十万颗恒星的"自行"，也已测定了约两万颗恒星的"视向速度"，因而已经算出了约两万颗恒星的空间速度。由于我们是在太阳系内的地球上进行观



测的，而太阳又带着整个太阳系在空间运动着，所以这些测得的空间速度只是相对于太阳的运动速度，扣除太阳运动的影响以后，就得到恒星真正的运动速度，这个速度称为"本动"。

把大量观测资料加以综合分析后发现，银河系在自转着，银河系里的恒星在环绕着银心转动，太阳绕银心转动的速度是每秒 250 公里，转一圈需要 2 亿 5 千万年。和行星绕太阳运动的规律一样，离银心比太阳远的恒星，绕银心转动的速度比太阳慢；离银心比太阳近一些的恒星，转动速度比太阳快。而靠近银心的恒星呢？却由于密集，转动情况和太阳系行星又不一样了，它是固体式的转动，这就象唱片的转动一样，转速随着离中心距离的减小而减小着，到中心时，就变成在原点旋转了。

银河系的自转是在半世纪以前就证明了的。最近 20 多年来，利用射电天文观测，也证明了银河系的确是在自转着。银河系自转是银河系的一种运动，我们研究银河系的演化，当然必须了解它的各种运动情况，这是研究天体演化不可缺少的资料。

为什么说银河系不是宇宙的中心？

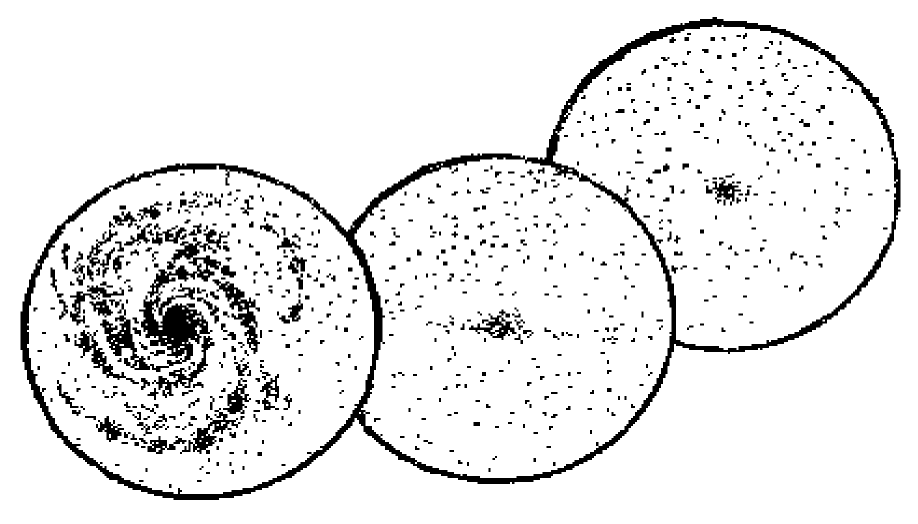
人类在宇宙中占据什么位置？这个问题，是唯物论和

唯心论争论的重大问题之一。唯心论者和宗教教廷为了维护反动统治，胡说什么：地球是宇宙的中心，上帝在地球上创造了人，硬说人在宇宙中占据着突出的、中心的位置。而唯物论者，从科学的"日心说"出发，指出：地球不过是绕太阳旋转的行星，并不是宇宙的中心，它在宇宙中只不过是一颗普通的恒星。"日心说"提出以后，这场斗争在人类的认识史上，曾掀起了一场翻天覆地的大革命。

在十八世纪以前，人们的眼里，宇宙只是太阳系，随着科学技术水平的提高，人们的认识扩展到银河系。唯心论者改头换面采取了新的形式，又提出："我们银河系是宇宙中独一无二的星系"。这些胡言万变不离其宗，目的只有一个，还是为了坚持他们的陈腐偏见，强调人类居住的地球所在的银河系，在宇宙中占据突出的、中心的位置。下面让我们根据天文学研究的结果，来看看银河系究竟是一个突出的、中心的星系呢，还是一个普通的星系？

先从外貌来看，银河系是一个漩涡星系。据统计已发现的星系中有 62% 是漩涡形状的，23% 是椭圆形状的，还有一些是其他形状的。因此，银河系的外貌是很普通的，并不特殊。

再从大小来看，已知最大的星系直径达 1900 万光年，最小的星系直径只有 2300 光年。银河系的直径是 10 万光年，它是不大不小的中等个儿。



1900 万光年　　10 万光年　　2300 光年

我们常常用体重来衡量一个人的胖瘦，银河系的胖瘦究竟如何呢？天文工作者告诉我们，银河系的质量是 1300 多亿个太阳的质量，这虽然很大，但是在已知的星系中，质量最大的星系达到 4 万亿个太阳的质量，而质量最小的星系，只有几百万个太阳质量，所以银河系的“体重”不大也不小，只是一个中等偏重的星系。

我们再看光度方面，最亮的星系的绝对星等是负 23 等，最暗的星系是负 12 等，银河系是负 20 等；换句话说，最亮的星系要比银河系亮 16 倍(绝对星等差一等，光度差 2.512 倍)，最暗的星系光度只有银河系的一千六百分之一，所以银河系既不是最亮，也不是最暗的星系。

还有一个指标是年龄。银河系已经“活”了大约 200 多亿岁了，但是它还正处于中年时期，至少还能再活 100 亿年以上。因此，即使从年龄上来看，银河系既不年幼，也不衰老，是一个普通的中年星系。

最后让我们来考察一下星系的活动性。1963 年 9 月天

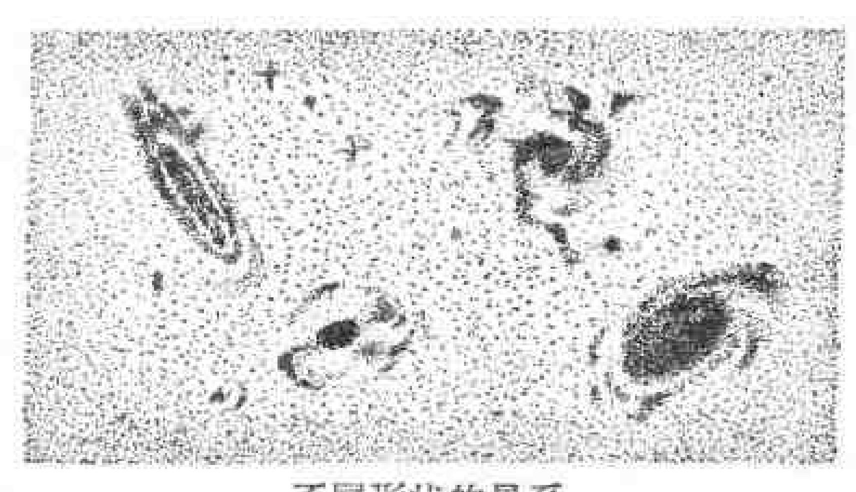
文工作者用巨型望远镜拍摄的大熊座一个星系的照片上，出现了惊心动魄的景象。原来这个星系在约150万年前经历了一次巨大的爆发，以每秒1000公里的高速度向外喷射物质，抛出的物质相当于560万个太阳的质量。还有位于飞马座中的一个星系，爆发的规模更大，喷射速度高达每秒3000公里，喷出的物质达到几亿个太阳的质量。类似的星系已发现了不少。那末人们有理由问：银河系会发生这种爆发吗？答案是不会发生的，因为多数星系是处于比较"宁静的"状态，它以每秒几十公里的速度从星系核心稳定地逃逸出气体，与每秒几千公里的速度相比，可以说是十分"宁静"的了。活动激烈的星系具有很亮的核心，而普通星系的核心较暗。银河系就属于普通的星系，每年逃逸出只相当于一个太阳质量那么多的物质。

这些科学事实告诉我们：银河系是已知的亿万星系中的一个普通星系，并不突出。人类所居住的地球不是宇宙的中心，银河系也不是宇宙的中心。宇宙是无边无际的，宇宙根本没有中心。

为什么星系有各种形状？

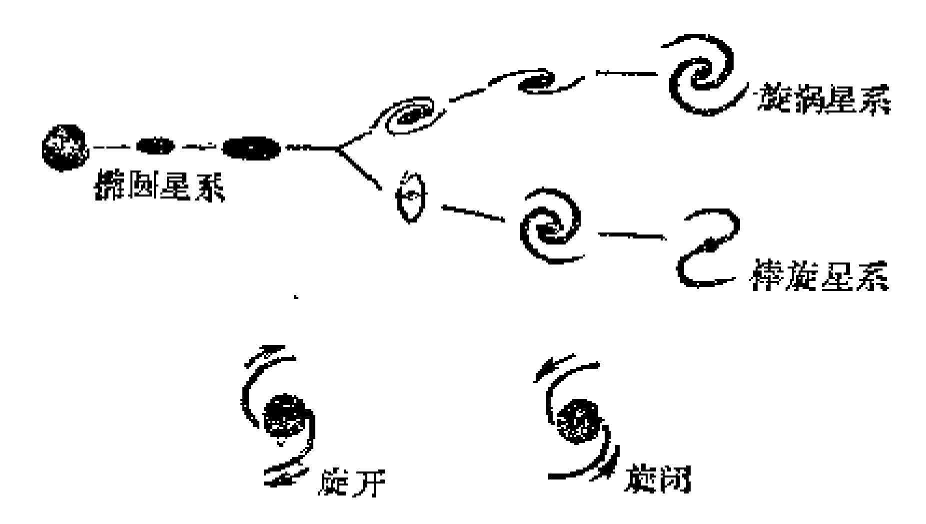
银河系外的遥远星系（称为河外星系）同银河系一样，是巨大的天体系统，包括为数众多的恒星、行星、星云、星际

物质以及其他种类的天体。目前所能观测到的河外星系，总数在10亿个以上。如此众多的河外星系在光度和质量方面相差很大，但在形态上却可分为不多的几种类型，即椭圆星系、漩涡星系、棒旋星系和不规则星系。



不同形状的星系

为什么星系会有不同形状呢？通常把这个问题同星系的起源和演化联系在一起。好些天文工作者认为，星系的不同形状反映了星系不同的演化阶段。他们又认为，星系是由星系际弥漫物质凝聚形成的。但形成后的星系到底如何演化，却有不同的看法。一种看法认为，星系从椭圆星系演化到漩涡星系和棒旋星系，最后到不规则星系。也就是说，星系刚形成时是比较圆的，是大致球状的，由于自转而逐渐变扁，然后产生旋臂，旋臂再散开，最后成为不规则的形状。另一种看法则相反，认为星系是从不规则星系开始演化到漩涡星系和棒旋星系，最后演化到椭圆星系。到底哪一种看法对呢？这牵涉到漩涡的旋臂到底是“旋闭”还是“旋开”。



各种形状的星系

如果旋臂是“旋开”，那末，前一种看法可能对；若旋臂是“旋闭”，则后一种看法可能对。然而，从现有的观测资料分析，还不能对“旋开”、“旋闭”的问题得到一致的结论。因此，现在还不能断定哪一种看法更正确些。

有些人认为星系是由超密物质形成的，星系的不同形状是星系核活动的不同情况的反映。这种假说对一些特殊的现象似乎容易解释，然而，在其他方面，特别是如何解释星系的巨大角动量，它比一般公认的弥漫说碰到的困难更大。

另外还有人认为，星系的形状主要决定于形成星系的弥漫物质云（也可称星系际云）内部原来的转动情况，转动越快的成为越扁的星系，转动快的也较有可能产生旋臂。按照这种看法，星系的分类不是一个演化的序列，目前有较多的人赞成这种看法哩！

读者看到这里，了解到星系到底如何演化还有不同的

看法，甚至星系的不同形状是不是反映星系的不同演化阶段也有不同的看法，可能会想怎么还有那么多的问题没有解决呀！这并不奇怪，革命导师恩格斯说过："**就一切可能来看，我们还差不多处在人类历史的开端**"。星系的研究只有六、七十年的历史，不可能把什么问题都解决了，虽然今日的科学技术已经发明了电视、激光、飞机、火箭、……可是，再过几百年来看这些成就，肯定会认为我们现在的科学技术还处于初始阶段。所以，关于星系如何演化的这个问题，正如恩格斯所指出的，"**它还没有得到解决，这是不足为奇的；要用我们已有的简单的方法来解决这个问题，可能还须经过很长的时间。但是它会得到解决，这是确定无疑的**"。

星际分子的发现有什么重要意义？

夏天的夜晚，当我们在户外乘凉的时候，抬头仰望星空，一眼便可看到那条淡淡发光的银河，自北向南斜贯天空。这时，你有没有注意，在人马星座附近，有一片光辉明亮的天空区域，这就是银河系的中心。你仔细观测，不难发现里面还镶嵌着一块块光线特别暗淡的区域，它们断断续续连成一条暗带，夹在银河中间，好象是一片云雾，遮住了银河中心的星光。它是由许许多多微小的尘埃组成的，叫尘埃云。天文工作者经过反复的测量，断定真正的银河核

心恰恰就是隐蔽在这片黑暗的尘埃云后面。他们使用了最大的光学望远镜，想要看看银河核心里究竟有些什么东西，但是尘埃云实在太浓密了，光线透不过，观测了许多年，还是没有看清银河核心的真面目。

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。” 随着无线电技术的发展，人们开始用射电望远镜来观测银河系。无线电波能够顺利地穿过光线所不能穿过的尘埃云，为我们了解那里的物质情况创造了条件。

二十世纪五十年代，人们用波长为21厘米的无线电波，观测到银河系里广泛分布着中性氢原子(即不带电的氢原子)。六十年代射电望远镜进一步扩展到短厘米波和毫米波段，又在这里充满尘埃云的银河中心区域，出人意外地发现了多种多样的星际分子物质。1968年，天文工作者用波长1.3厘米的射电望远镜观测银河，在银河中心区域，先后发现了氨(NH_3)和水(H_2O)的分子。它们的数量很多，在尘埃云的后面，形成体积巨大的“分子云”。从物理学的规律知道，每一种物质的分子在一定的条件下，会发射出一种特殊的无线电波，叫做“分子谱线”，其波长是很准确的。不同的分子发射出不同的波长，彼此界限分明，互不相混。因此，只要精密测定从分子云中发出的无线电波的波长(或频率)，就可以知道云中包含哪一种物质的分子。例如：氨的

辐射波长为1.27厘米，水的辐射波长为1.35厘米。氨和水的分子云，就是从它们发射的无线电波长发现的。

不久以后，人们又在天空发现了一种比较复杂的分子——甲醛（CH_2O）。这是一种有机分子。甲醛水溶液是浸泡生物标本常用的一种防腐剂。当你随便走进一间普通的生物标本室，首先钻入鼻孔的就是一股不太好闻的气味，它就是甲醛。它的"分子谱线"很多，在厘米波和毫米波段都能观测到。甲醛在星际空间分布很广，不但银河中心区域有；在猎户座大星云（这个星云在冬天用肉眼可以看到）以及其他区域也有。以后，人们又在这些天区陆续发现了许多种分子，有的是无机分子，有的是有机分子，例如羟基、一氧化碳、氰化氢、甲醇、乙醛、丙炔腈、甲胺等。到现在为止，先后已发现的星际分子有30多种。其中比较复杂的分子，有的包含四种不同的元素，有的一个分子中包含多达10个原子，而且新的分子还在不断发现。

星际分子的发现，大大丰富了人们对宇宙的认识。

首先对于天体演化的研究，有其重要的意义。星际分子与恒星的演化有密切的关系。从星际云逐渐收缩形成原始星胚的过程中，也伴随简单分子变成复杂分子的过程。原始星胚继续收缩，物质密度增大，温度下降，内部气体压力抵挡不住引力收缩，才能形成原始恒星。要保持这样的条件，星际分子充当了星际物质的冷却剂，因为星际分子的谱

线向外辐射，必然要把能量释放到星际云外，使星云温度进一步下降，从而促进了原始恒星的形成。所以星际分子是促使恒星形成的“催化剂”。很可能在有些星际分子特别密集的区域，例如猎户座大星云中，正在形成新的一代的恒星。

其次，星际有机分子的发现，还给宇宙中生命起源的研究，提供了重要的线索。恩格斯说：“生命是蛋白体的存在方式”。蛋白质的主要组成部分是氨基酸，现在，在星际空间虽然还没有直接观测到氨基酸分子，但是人们已经模仿宇宙空间的自然条件，在实验室中用简单的方法合成了许多种氨基酸。例如1966年我国的科学工作者用丙炔腈、氰化氢、氨和水，加热到摄氏100度，成功地合成了天冬氨酸。而合成这些氨基酸所用的原材料，在星际分子云中却是大量存在的。所以不难想象，宇宙空间中一定也存在氨基酸的分子，只要有适当的环境，这些氨基酸分子就有可能转变为蛋白质，进一步发展成为有机生命。地球以外的其他天体上也很可能有生命存在，科学研究否定了上帝创造生物的唯心论点。可以说星际分子的发现，为辩证唯物主义宇宙观又提供了一个有力的证据。

此外，由于星际分子的发现，也证明了宇宙空间并不空，物质是普遍存在的。科学事实打破了直到二十世纪初期还有人认为的宇宙空间是空的，行星际空间、星际空间和

星系际空间都是一无所有的"真空"的错误说法。

人类有可能与其他天体上的"居民"通信吗？

地球不是宇宙中唯一存在生物的天体。在广漠无垠的星空中，有的星球可能正在经历着生命发生的初始阶段；有的可能已进入高级的理智生物阶段；有的甚至可能已经发展到具有比现在地球上人类的智能更高级的阶段。

早在十六世纪下半叶，意大利哲学家布鲁诺热情地维护、宣传并且发展了哥白尼的思想，他指出：宇宙是无限的，太阳也不是宇宙的中心，天上的恒星都是离我们很遥远的太阳，宇宙中有高级的理智生物存在的行星一定是很多的。可是，正如毛主席所说的："**历史上新的正确的东西，在开始的时候常常得不到多数人承认，只能在斗争中曲折地发展。正确的东西，好的东西，人们一开始常常不承认它们是香花，反而把它们看作毒草。**"布鲁诺比哥白尼更大胆、更勇敢，他到处演说、辩论、宣传真理。他的这些"无法无天"的行动，使反动教会吓破了胆，在追捕、监禁并用尽了一切威胁利诱和严刑拷打的手段无效以后，宗教裁判所于1600年2月17日，竟把他活活烧死在罗马百花广场上。

布鲁诺被反动派烧死了，但是他的思想是烧不掉的。人

们不仅相信哥白尼关于地球绕太阳旋转的学说，而且相信其他天体上有“居民”，还希望与其他天体上的“居民”通信联系呢！1931年，人们第一次发现宇宙射电信号时，开始有人就误认为是接收到其他星球上发来的无线电报。以后，到了1967年，首次接收到周期极为稳定的脉冲星的射电信号时，又有人怀疑是不是“天外来电”？虽然后来的研究说明，这些射电信号都不是“人”为的，但是六十年代初期以来，有些科学工作者一直在坚持这方面的探索工作。当然，由于天体距离的遥远，这种探索是很困难的。普通收音机、电报机、电视机不能发现这种信号，科学工作者是应用高灵敏度、高分辨率的大型射电望远镜进行探索工作的。我们相信其他天体上的“居民”，也可能发明地球上人类使用的无线电通信和激光通信技术，甚至还可能有更先进的通信工具和技术方法。人类能够发明无人驾驶飞机，他们也可能创造无人驾驶飞船。因此，长期坚持仔仔细细地搜索研究，是有可能接收到这些“天上人间”发来的信号的。我们也可能将这种“天外来电”翻译成能看懂的文字。说不定他们正在设法和我们打招呼呢！

我们知道，唯心论者认为地球是宇宙的中心，上帝只在地球上创造了人类；而辩证唯物论者认为：地球并不是宇宙的中心，宇宙是没有中心的，上帝根本不存在，人类是自然界长期发展的结果。在其他天体上，在适当的条件下也能

从无生物发展到有生物，再发展到有理智的高级生物。当然，由于其他天体上的环境条件不可能与地球上完全一样，所以在那里进化发展起来的“土著居民”肯定不会和我们一个模样。

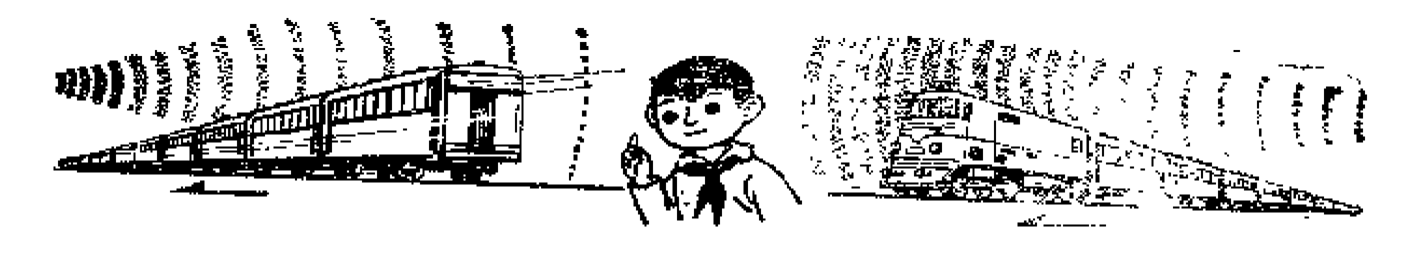
现代科学技术使我们有希望发现住有“土著居民”的其他天体。我们一旦完成这种发现，将对人类科学技术的发展产生重大的影响。

为什么能知道遥远的星系在运动？

宇宙间的一切物质，都在不停地运动着。河外星系也不例外，也在不停地运动着。河外星系离我们最近的也有55000光年，如此遥远的河外星系，人们怎么知道它在运动呢？

在谈这个问题之前，让我们先回忆一个普通的生活现象：当你在火车站站台上候车的时候，一列火车鸣着汽笛呼啸而过，随着火车的接近，汽笛的声调越来越高，甚至尖得刺耳；当火车离开你时，汽笛的声调逐渐降低。这是什么道理呢？

这是因为声源和你有相对运动，你听到声源所发出的声波，跟两者相对静止时你所听到的声波波长不一样。当声源接近时，你所听到的声波的波长变短，音调变高；当



声源远离时，你所听到的声波的波长变长了，音调也就变低沉了。这种现象，叫做“多普勒效应”。

当光源和观测者在连线方向有相对运动时，也有多普勒效应。天体（光源）离开我们时，天体光谱中的谱线的波长变长，即谱线向光谱红端移动；当天体接近我们时，谱线波长变短，即向紫端移动（光谱由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫组成，红端的光波波长较长，紫端的波长较短）。

早在 1912 年就有天文工作者注意到：星系光谱线都偏向红端移动（称为“红移”）。按照多普勒效应，可以知道星系的运动是在远离我们。

科学工作者对星系光谱线的红移进行一系列测量以后发现，如果按照多普勒效应的解释，那末它们都在远离我们。例如，室女座星系团的成员，大约以每秒 1210 公里的速度离开我们而去；后发座星系团的成员，约以每秒 6700 公里的速度离开我们而去；武仙座星系团的成员，约以每秒 10300 公里的速度在跑开去；北冕座星系团的运动速度，相当每秒 21600 公里；用最大的望远镜所观测到的最暗的星系，离开我们的运动速度甚

紫　红

至达到光速(每秒约 300000 公里)的一半。

从这些例子可以看到,河外星系是在以极大的速度,互相跑散开去。这是由星系光谱红移这一观测事实,结合多普勒效应的解释确定的。这个现象如果完全属实的话,它只表示在宇宙的这一部分(即我们现在所能观测到的总星系)范围内,星系是相互散开的,它并不表示宇宙的其他部分都是这个样子。所以根本不是唯心主义者所讲的什么"宇宙大爆炸",我们在后面还要对它进行批判。

射电星系和普通星系有什么不同?

简单地说,射电星系是指射电强度比较强的星系,而普通星系是指光学辐射比较强的星系。实际上,任何星系都有射电和光学辐射,只是两者的强弱不同罢了。由于现代射电望远镜的灵敏度已经超过光学望远镜,所以用射电方法能观测到更遥远的星系。有些星系只有射电而找不到光学辐射,那是由于它们太远而看不到的缘故,并不是没有光学辐射,至今已知一万几千个射电源,其中大多数是射电星系。

一个正常的射电星系,在无线电波段发射的总功率约为 1 万亿亿亿瓩。这个数字虽然与地球上的能源比较起来是非常巨大的功率,但是这只等于这个星系在可见光波段

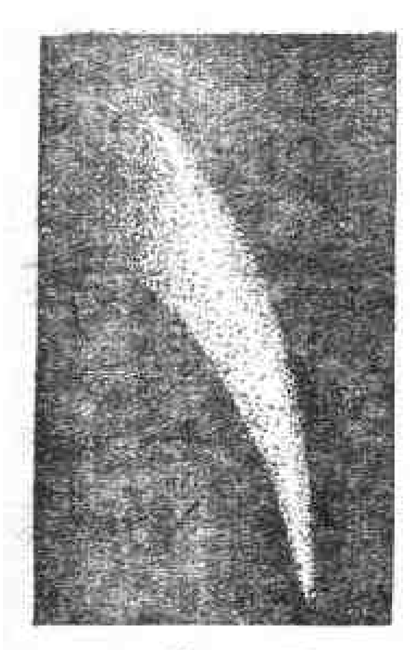
辐射的百万分之一。极大多数漩涡星系和不规则星系，就是这种正常型射电星系，它们的射电来自整个星系。至于特殊射电星系，它们的射电主要来自星系中心的小区域。特殊射电星系有的是旋涡星系，有的是椭圆星系，有的是双重星系。这种星系的射电功率要比正常射电星系大 100～100 万倍，确实是惊人的能源。

原子核反应的研究最先是从探索太阳能量的来源开始的。氦按拉丁文的原义是“太阳元素”，因为它是在太阳上发现的。二十世纪三十年代弄清楚了维持太阳长时期的辐射源泉，就是在太阳内部大规模的氢转变为氦的原子核反应。这种理论研究促进了人们利用原子能，在地球上建立了核电站。同样地，今天人们研究遥远天体的射电辐射，努力找出这种更为巨大的能源的辐射原理，有朝一日也可能为我们所利用，正象列宁所指出的：**“人的智慧发现了自然界中许多奇异的东西，并且还将发现更多的东西，从而扩大自己对自然界的统治”。**

我们从研究天体史的角度来看，也很有必要研究不同类型的星系，科学研究首先必须调查清楚所研究的对象有多少种类？不同类型之间的区别在哪里？又有哪些共同的特征？这样才能寻根求源，找到它们的来龙去脉和相互关系。星系在宇宙中是具有相当重要地位的一种天体集团，所以必须对各种各样的星系进行分门别类的研究，为掌握

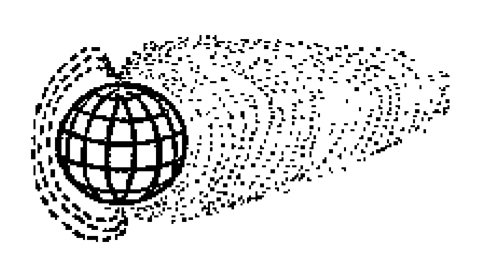
天体演化规律积累丰富的资料。

彗星有尾巴，其他天体有尾巴吗？

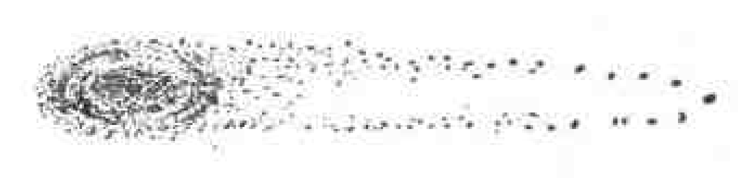

彗　　星

彗星有一条长长的尾巴，这是许多人都亲眼见到过的。除了彗星以外，宇宙中还有其他天体有尾巴吗？有！我们居住的地球就有一条很长的磁尾。长期以来，我们不知道它的存在，直到1961年，科学工作者利用人造卫星进行研究才发现了它。有趣的是，地球的这条尾巴也象一般彗尾那样，好象害羞似地老是躲在地球不受太阳照射的那半边。这条尾巴粗达36个地球半径，即23万公里，长度达几百个地球半径以上。在磁尾内的电子，平均密度约为每立方厘米200个，在磁尾边沿，电子密度只有每立方厘米10个左右。

那末，躲在太阳光后面的地球磁尾是怎么回事呢？原来太阳照射地球时，由带电粒子组成的太阳风与地磁场发生了相互作用，使地磁场限制在称为“磁层”的


地球的尾巴

一定的区域内。地球受太阳照射的半边，由于地磁场受到压



星系的尾巴

缩，它的边缘只限制在约为 10 个地球半径那样远。而不受太阳照射的那半边，则延伸出一条又长又粗的磁尾。因此，我们可以把地球比作彗核，地球的磁层可比作彗发，而把地球的磁尾比作彗尾。

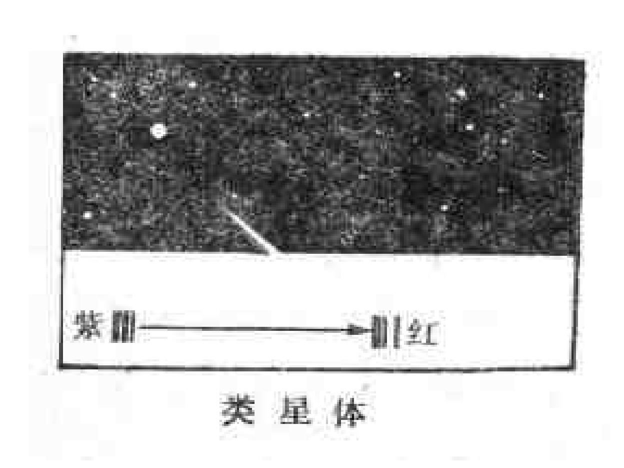
令人感到惊奇的是，最近几年内，由于对河外射电星系的射电观测，发现有些河外星系竟然和彗星一样也是有头有尾的。例如，在英仙座星系团中，射电星系 NGC 1275 是活动性很强的星系，它好象太阳系中的太阳那样，成为一个中心星系，而周围的星系 NGC 1265 和 IC 310 却象彗星一样，都是有头有尾的，其中一个星系的尾巴背着中心星系 NGC 1275，就象地球磁尾背着太阳一样；而另一个有尾星系，它的尾巴竟是向着 NGC 1275 的，就象有的彗星具有反常彗尾一样！

星系和彗星的差别是异常巨大的，星系的平均直径是彗头平均直径的 100 万亿倍；而星系的平均质量是彗星平均质量的 2000 亿亿亿倍！近年来还发现类星体中也有这种头尾结构，例如类星体 3 C 129 就有很长的尾巴。

彗星、地球、类星体、射电星系，它们是大小和质量存在巨大差别的不同类型天体，却具有相似的头尾结构，这说明

着自然界的什么规律？找出产生这种天体现象的共同物理原因，将是值得我们深入研究的问题。

二十世纪六十年代天文学的四大发现是什么？

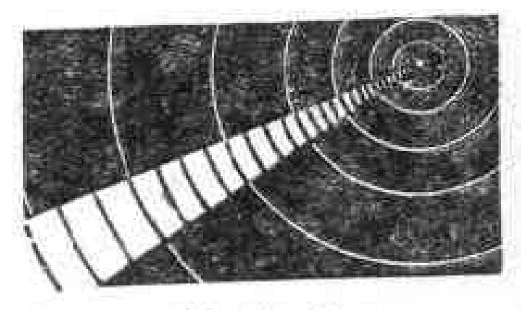


类 星 体

天文学在六十年代以来取得了迅速的进展，获得了一系列的新发现，其中最重要的发现是类星体、脉冲星、微波背景辐射和星际有机分子，称为二十世纪六十年代天文学的四大发现。

1960年发现了第一个类星体，这是一种体积不大但能量很大的天体，看起来它们象恒星那样是一小点，既有射电又有光辐射，还有很强的紫外辐射，初步估计它们的能量输出高达10万亿个太阳的辐射，可是直径却不到几光年，与几万光年的星系直径比较起来，类星体是很小的。它的最显著的特征是具有特大的“红移”，表示是在远离我们而去。一般星系最大的红移量不超过0.5，可是类星体的红移比这大得多，现在已发现的几百个类星体中，最大的红移量竟达3.53。一般河外星系的红移越大，表示它们以越大的速度远离我们。类星体的红移太大了，并且已经发现同一个

类星体的几条谱线，竟有很不相同的红移。这个问题很难解释，让我们作个譬喻，一架飞机远离我们飞行的时候，整个飞机的速度是相同的，不可能机身是一种速度，机翼却是另一种速度，果真这样的话，飞机岂不要四分五裂了吗?所以类星体的特大红移是一个奇怪的现象。这个谜还等待人们去解开，可以预料“红移”之谜的解开，将会使人们对类星体的本质有深入的了解，也将促进人们对天体演化的认识。


脉冲星

1967年发现的脉冲星，也是令人感到非常惊奇的天体。它以极其精确的时间间隔发出无线电脉冲。怪不得开始时有人曾怀疑这种脉冲，会不会是其他星球上的有智慧的生物发来的电报呢！科学工作经过研究后知道，这种无线电脉冲是由一种高速自转的中子星辐射的。中子星的表面温度达1000万度，中心温度高达60亿度，辐射能量为太阳的100万倍，而且有高达10000亿高斯的磁场强度。这种超高温、超高密的物质，在地球上是不可思议的，在广阔的宇宙中却客观存在着。脉冲星的发现进一步证明了宇宙间物质的多样性，认识它对于了解恒星的演化、基本粒子和化学元素的形成等问题都有重大意义。

1965年，一次在改进同卫星通讯的过程中，发现在天空的各个方向上都有绝对温度2.7度（为了方便起见，人们

简称为绝对温度3度，即摄氏零下270度）的微波辐射。这个新发现表示天体周围的空间也有能量辐射，宇宙空间并不空，物质及其能量是普遍存在的，微波辐射的发现推翻了过去认为茫茫的星系际空间温度只能是绝对零度（摄氏零下273度），不可能有能量辐射的唯心主义观点。它对于进一步探索天体的起源和演化，具有极其重要的意义。

除了上述发现以外，六十年代以来，科学工作者还先后在宇宙空间发现了30多种分子形态的星际物质，其中不仅有简单的无机物质，如水蒸气、氨等等，还有十几种复杂的有机分子，这进一步证明了宇宙空间充满着物质。星际有机分子的发现，说明生命现象并不是地球上独有的，而是宇宙间的普遍现象，只要具备一定的条件，它是自然界发展到一定阶段的必然产物。因此，对星际分子（特别是有机分子）的研究，是一个值得重视的问题。

我们从上面简单的介绍可以清楚看出，这四种发现确实称得上四大发现，类星体、脉冲星、微波背景辐射和星际分子都是比较特殊的研究对象，深入研究它们，必将大大促进人们对宇宙和天体演化的认识。

银河系有哪些邻近星系？

450多年以前，葡萄牙人麦哲伦作环球航行时，到达南

美洲南端一个海峡，在一天晚上，他们发现天顶附近有两个很大的星云。以后人们就把这两个星云中较大的称为大麦（哲伦）云，把较小的称为小麦（哲伦）云。实际上是两个星系，它们是银河系的近邻。大麦云离我们 17 万光年，直径是银河系的四分之一；小麦云离我们 20 万光年，直径是银河系的十分之一。近来，用射电望远镜发现，有氢原子组成的气体把这两个星系连接起来，好象在两个星系之间架设的一座大桥。由于这两个星系都在南天，因此除了海南岛和南海诸岛以外，我国大部分地区都看不到它们。在宇宙空间中，这两个星系紧挨着银河系，称为“伴星系”。

除了大、小麦云以外，还有一个肉眼可见的邻近星系，那就是著名的仙女座大星云（M 31 星系），它离我们 225 万光年，它的直径和质量都和银河系差不多。它也有两个伴星系，即 M 32 和 NGC 205，它们比 M 31 星系小得多。离 M 31 星系稍远的地方还有两个椭圆星系 NGC 185 和 NGC 147，以及一个离我们 238 万光年的漩涡星系三角座星云（M 33），它们都比银河系小。

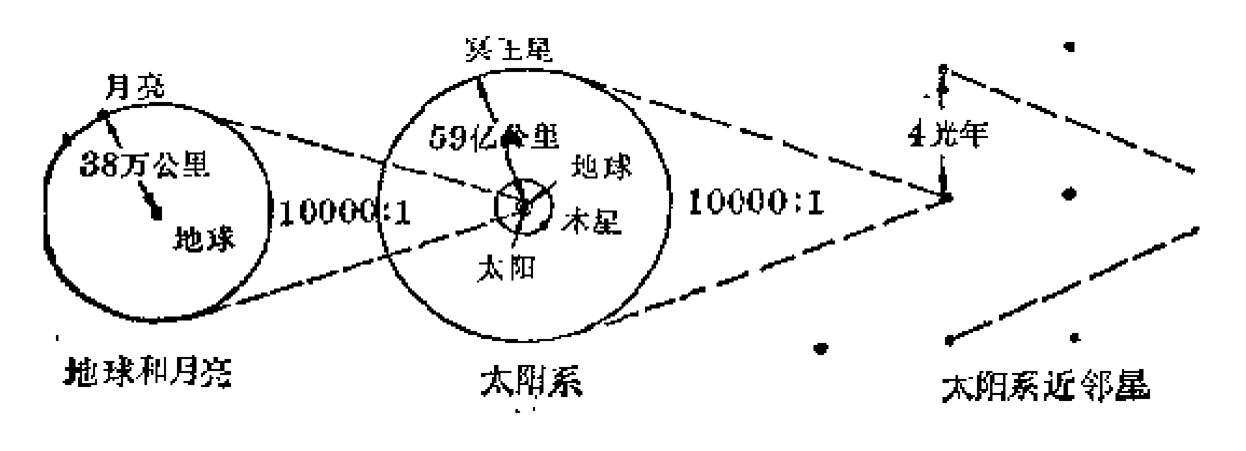
比 M 31 星系更近的有玉夫星系、天炉星系、狮子 I 星系和狮子 II 星系，它们都是椭圆星系，用所在的星座命名，距离我们不到 100 万光年。还有不规则星系 NGC 6822，距离是 150 万光年。这些星系虽然距离比 M 31 星系近，由于光度比较暗弱，肉眼都看不到。

1975年，有一位天文工作者用射电望远镜发现了最近的一个星系，它离我们只有55000光年，我们称它为比邻星系。这一发现，为银河系找到了一个最近的邻居。

银河系和它的近邻，组成了庞大的星系集团，我们称它为本星系群。本星系群所占空间的半径约为300万光年，它的成员大多数我们已经认识了，但还有一些由于太暗弱而尚未发现，另一些成员由于被银河尘埃遮挡而看不到它们，此外有六、七个可能成员由于距离测不准而没有肯定下来。我们是唯物主义者，伟大导师列宁指出："**唯物主义者认为世界比它的显现更丰富、更生动、更多样化，因为科学每向前发展一步，就会发现它的新的方面。**"那些隐藏在尘埃后面的星系，随着红外天文学、射电天文学和X射线天文学等的进展，也终究会揭露出它们的庐山真面目来。

什么叫总星系？它有多大？

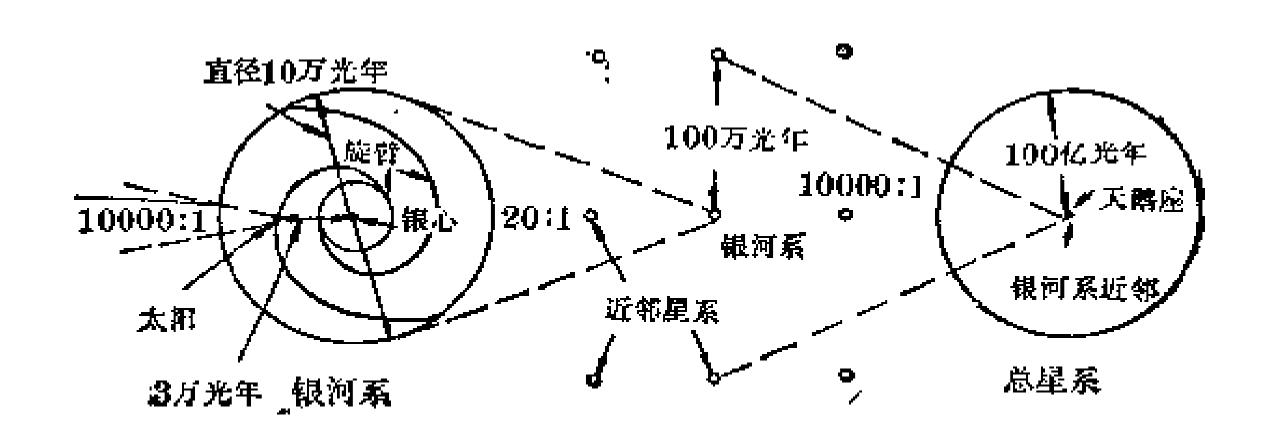
要知道这个问题的答案，首先让我们来看一看下面这



组逐步改变比例的图。左边第一个圆圈代表月亮的轨道，地球在圆心上。我们知道月球和地球的平均距离是 38 万公里，在我们日常生活中，这是相当远的路程。计算一下就会知道，如果乘一辆时速 100 公里的汽车，需要日夜不停地奔驰五个多月才能跑完这段路程呢！可是在天文学中这却是一个微不足道的短距离。

现在我们来看第二个圆圈，这个圆圈代表冥王星的轨道，太阳位于圆心，冥王星和太阳的距离是 59 亿公里，要知道，第二个圆圈比起第一个圆圈来已经把比例改变了 1 万倍。地球虽然远离太阳达 1 亿 5 千万公里，在这个比例图上，地球轨道只有很小的一个圆圈，要仔细一点才能找到哩！

比例继续改变 1 万倍，我们就可以在第三个图上找到离开太阳最近的一些恒星了。这些近邻星的距离在 4 光年以上。为什么用光年作为距离的量度单位呢？这是因为天文学研究的空间太广大了，平常应用的公里这个单位太小



了，使用起来很不方便，科学工作者考虑到光的速度最快，每秒钟达30万公里(精确地说光速是299792·458公里)，1光年也就是光在一年中所经过的距离，接近于10万亿公里，天体的距离就需要用这样的尺子来量度。

比例再改变一万倍，我们就能在圆圈内画出整个银河系了，这时圆心是银河系的中心，太阳在离开银河中心33000光年的地方。

下一步我们只把比例改变20倍。银河系缩小为一粒芝麻那么大，近邻星系在图上出现了。

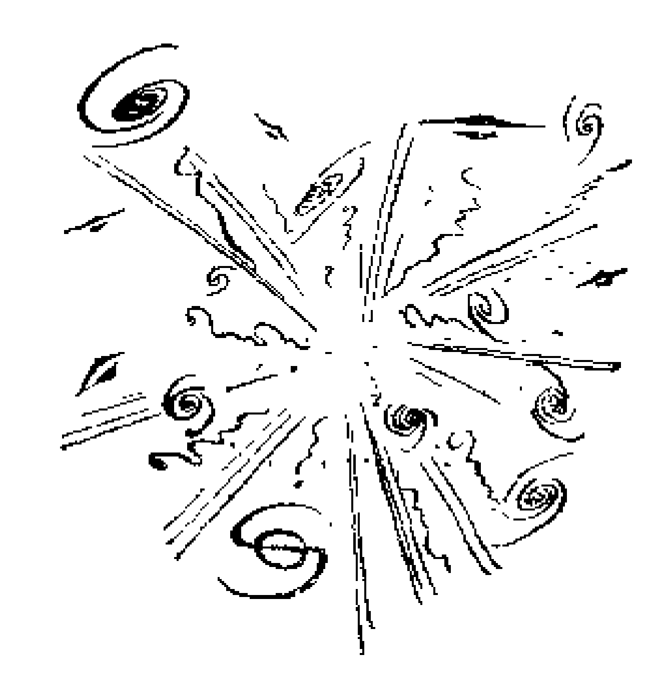
最后再把比例改变1万倍(至此，我们已把比例改变了20亿亿倍)，图中的圆圈半径已代表100亿光年，这就是现代天文望远镜能够观测到的宇宙空间的范围。在这个空间内存在几十亿个星系，每个星系平均约有1000亿颗恒星，在这个观测范围内的所有天体组成的庞大的系统就叫做总星系。现在还不知道总星系的边界在哪里，随着科学技术的迅速发展，人类能够观测到的空间范围将越来越大。总星系会有边界，但总星系外还有更大的天体系统，宇宙是无穷无尽的。

为什么说"宇宙膨胀"论是错误的?

"宇宙膨胀"论是唯心论和形而上学宇宙观的一个

代表。

1927 年，比利时有个大主教，名叫勒梅特，他凭着主观想象，毫无科学根据地把宇宙起源瞎说一气，说什么：宇宙开始于一个“原始原子”，在距今50亿年～100亿年以前，宇宙的全部物质都集中在一个“原始原子”之中，它极不稳定，于是开始爆炸了，物质向外飞散开来。爆炸以后，由于高密度物质有巨大的吸引力，使宇宙膨胀的速度减慢下来，在距今30亿年～40亿年前，宇宙进入了一个吸引力和排斥力接近平衡的阶段，于是就形成了星系。这时候宇宙物质的密度要比今天大上千倍。由于宇宙不断地膨胀，物质的平均密度不断减小，于是宇宙向外膨胀力超过向内收缩力，便进入了以越来越快的速度膨胀的阶段。



勒梅特的宇宙膨胀论提出后，当时并没有引起人们注意和批判。以后，天文工作者发现了著名的星系谱线红移现象(见《为什么能知道遥远的星系在运动?》)。按声波、光波的物理效应，它意味着这些遥远的星系都在远离我们，而且星系离我们越远，远离我们的速度也越大。科学上的新发

现，总会伴随着一阵唯心论者的喧嚣。有人就把红移现象与勒梅特的“宇宙膨胀”论联系起来，认为红移现象为“宇宙膨胀”论提供了一个证据，于是“宇宙膨胀”论猖獗一时。四十年代有人又提出：宇宙起源于高温、高密的“原始火球”，说开始这个火球温度超过几十亿度，密度相当于原子核的密度。以后火球爆炸，温度降低，宇宙膨胀。他们还极荒谬地“计算”出宇宙膨胀到今天的年龄为 130 亿年。到了六十年代，天文工作者发现了类星体的红移量比一般河外星云要大得多，还发现了星际和星系际空间的绝对温度为 3 度的微波辐射。当人们对科学上这些新的发现，尚未取得本质的认识，却被唯心论者盗用了，把它作为宇宙膨胀的依据，使“宇宙膨胀”论的主要论调，所谓“大爆炸宇宙学”甚嚣尘上。

唯物主义认为：宇宙中的每个天体都有起源和生死转化的历史，但是宇宙是没有开始和终了的。如果说宇宙有起源，实际上它规定了一个有限的宇宙。说宇宙在膨胀，那末不管它膨胀得多大，也不管它如何无限地膨胀下去，但在每一确定的时刻，宇宙总是有限的，因为只有对有限的东西才谈得上膨胀。因此“宇宙膨胀”论实际上就是唯心主义的宇宙有限论。如果我们追问一下：那个“原始原子”或“原始火球”从何而来？那末他们只能求助于上帝的创造。而“膨胀”着的“宇宙”之外的无限空间，又只能是神灵活动的“彼岸”了。

谱线红移现象并不能帮“宇宙膨胀”论的忙。红移是不是都由天体远离我们的机械运动所引起的？这还在探讨中。假如按照“宇宙膨胀”论的说法，处在相同距离的星系都是“原始原子”或“原始火球”爆炸后落在同一距离的碎片，它们的速度相同，红移的大小也应相等，但观测表明它们往往很不一样，甚至同一天体不同谱线的红移也有不同。退一步说，即使红移现象确实是由天体远离我们的运动产生的，那也只能说明我们所看到的总星系的很有限的部分在膨胀，而不能说宇宙在膨胀。

正如恩格斯所指出的那样：**“宇宙中有一个吸引运动，就一定有一个与之相当的排斥运动来补充，反过来也一样”**。按照对立统一的规律，在宇宙中这里有膨胀，那里就会有收缩；这里离开去，那里就会接近起来。宇宙是无限的，宇宙万物的运动形式也是无限多样的，永远不可能统一于单一的机械的膨胀过程之中。

“宇宙膨胀”论是错误的，应当摈弃。宇宙是无限的，尽管我们的认识总是局部和相对的，但我们坚信列宁的教导：**“遵循着马克思的理论的道路前进，我们将愈来愈接近客观真理（但决不会穷尽它）；而遵循着任何其他的道路前进，除了混乱和谬误之外，我们什么也得不到。”**

为什么说宇宙处于稳恒状态的理论是唯心主义的?

辩证唯物主义认为：宇宙是无限的，它在空间上没有边际，在时间上无始无终。这同物质不灭的规律是联系在一起的。物质不可能被创造，宇宙就不会有起点；物质不可能被消灭，宇宙就不会有末日。宇宙间物质只能由一种形态转化为另一种形态，它在对立统一的斗争中变化、发展，永远没有完结。

但是在现代宇宙理论中，有一种唯心主义的思潮，认为宇宙间的物质在空间中是均匀的，物质运动是稳定不变的，由于宇宙在不断地膨胀着，如果星系还是原来那么多，星系的空间密度将越来越小，所以在星系空间里不断地有新的物质从虚无中被创造出来，逐渐形成了新的星系，每单位空间体积内部星系数目永远保持固定，永远保持同样的形态，不随时间的变化而变化，处于“稳恒状态”。这种唯心主义宇宙论的鼓吹者，还荒谬地“计算”出每5000亿年在每立方米体积内创造出1000个氢原子，胡说什么宇宙就是这样无中生有地发展着。这种学说就是“稳恒态宇宙论”。

稳恒态宇宙论和大爆炸宇宙论不同的地方，仅是以不断创造物质代替了一次创造而已。其实各种形式的宇宙膨胀论都是唯心主义的。因为既然说宇宙在膨胀，时间上总

得有一个开端，而膨胀着的宇宙在任何时候也是有限的。稳恒态宇宙论公然认为物质可以从虚无中不断创造出来，物质的不断创造导致宇宙的不断膨胀，更充分地暴露其唯心主义实质。

宇宙间的物质是千变万化，无穷无尽的，正如伟大的革命导师恩格斯指出的："一切平衡都只是相对的和暂时的。"而矛盾和斗争则是绝对的。现代自然科学已经为辩证唯物主义提供了丰富的例证。例如，星云物质通过集聚的方式结合成为恒星和恒星系统，恒星又通过爆发弥散的方式，转化为星际物质。又如物质元素的转化也是如此，恒星内部开始由氢聚变为氦，以后又由氦聚变为碳……。在天体演化的过程中，无一不是物质内部矛盾转化的结果，无一不在矛盾的对立统一中发展的。先验地认为宇宙到处是均匀的，永远是稳恒状态的观点，是形而上学的观点。

稳恒态学说是1948年提出来的，它开始认为新物质是在星际空间处于极度稀薄状态的旧物质中被创造出来，后又改为新物质是在旧物质密度特大处，例如在河外星系的核里创造出来，并注入宇宙。其实这些谬论并不是什么新鲜的货色，早在1928年，英国人金斯就在鼓吹被创造出来的物质从其他宇宙来。那末这个其他的、完全外在的宇宙是什么呢？只能是精神宇宙。这就清楚地说明，他们鼓吹物质是由神创造的，是上帝创造的，只有造物主的行动，才能

从虚无中生出物质来。因此，稳恒态学说是披着科学外衣的神学，是典型的唯心主义。

为什么宇宙热寂的谬论必须批判？

1850年德国有个物理学家克劳胥斯提出了一条定律，叫做热力学第二定律。按照这条定律，热量只能从温度较高的物体转移到温度较低的物体；如果不作功，相反的转移是不可能的。1865年，克劳胥斯却把这条定律错误地运用于整个宇宙，这就出现了反动的唯心主义宇宙学说——宇宙热寂说。这个学说认为，宇宙各处的温度差别将越来越小，将来有一天宇宙会进入温度到处一样，到处都将处于极低温度的状态，成为冷冰冰的一潭死水，一切变化和过程都将停止。这样的状态被称为"热死亡"或"热寂"状态。宇宙一进入热寂状态，就到达末日。

列宁说过："**任何真理，如果把它说得'过火'……加以夸大，把它运用到实际所能应用的范围以外去，便可以弄到荒谬绝伦的地步**"。实际上，热力学第二定律和其他物理定律一样，只是相对真理。它只有在一定条件的范围内才能成立。然而，宇宙是无限的，宇宙物质在对立的斗争中是无限变化，不断发展的。还有很多很多的物质运动规律还没有被人们发现，"宇宙热寂说"却主观唯心地把只在有限条

件下适用的物理规律强加给无限的宇宙，自然只会得到极为荒谬的“宇宙热寂”的结论了。

宇宙热寂说的要害是把宇宙的演化看作朝一个方向发展(即单向性)的过程，按照“热寂说”的荒谬理论，宇宙从最初的炽热状态演变到最后的热寂状态，温度越来越平均化，越来越多的物质被辐射出去，这样，发光的天体系统就要一个一个熄灭，最后成为黑暗冰冷的天体残骸，就到达末日了。其实，即使是天体残骸还将转化为别的物质形态(例如炽热的星云)。伟大的革命导师恩格斯早就指出：**“放射到太空中去的热一定有可能通过某种途径(指明这一途径，将是以后自然科学的课题)转变为另一种运动形式，在这种运动形式中，它能够重新集结和活动起来。因此，阻碍已死的太阳重新转化为炽热的星云的主要困难便消失了。”**

恩格斯曾多次批判了“宇宙热寂说”。1869 年 3 月 21 日他在写给马克思的信里说：**“既然这种理论认为现在世界上转化为其他各种能的热能的数量日益超过可以转化为热能的其他各种能的数量，那末，作为冷却的起点的最初的炽热状态自然就绝对无法解释，甚至无法理解，因此，就必须设想有上帝存在了。牛顿的第一推动力变成了第一炽热。”**

热寂说所主张的宇宙演化的单向性，必然导致宇宙有限论，而宇宙有限论总是适应宗教和反动势力的需要，因为它可以为上帝创世论和世界末日论提供“科学”根据。这就

是为什么直到今天，在一些西方资本主义国家中热寂说仍然十分流行的原因，实际上它是腐朽垂死的资本主义政治、经济、思想危机在意识形态上的必然反映。

马克思主义的辩证唯物论告诉我们："**对立统一规律是宇宙的根本规律**"。宇宙中天体的演化过程绝不是单向发展，也不是简单的循环重复，而是吸引和排斥这对矛盾的无限转化，各种能量形式的无限转化的过程。物质不能消灭，运动也不会停止。在一定的条件下，星际空间中一团足够大的弥漫物质，可以缓慢地收缩而形成恒星，使温度增高；另一方面恒星又在不断地通过各种方式抛射物质（包括光子），这些被抛出的物质又成为星际弥漫物质的一部分，成为形成新一代恒星的原料。六十年代以来，人们利用射电望远镜等新的工具发现了许多新天体，如类星体、脉冲星、红外源、X射线源等，为我们更深入地研究宇宙提供了丰富的资料。今天人们观测到的宇宙中的温度，有的低到摄氏零下200多度，而一般恒星表面温度高达几千几万度，内部温度高达几十亿度。所以今天宇宙各部分的温度仍然千差万别，不仅没有任何温度将被拉平而走向"坟墓"的迹象，恰恰相反，宇宙间是充满活力，生气勃勃的，物质处于永恒的运动、变化之中。长期的科学实践证明宇宙是无限的，空间上无边无际，时间上无始无终，发展的方式无限多样，物质状态和运动的形式无限多样，各种形态之间，方式之间

的相互转化的可能性也是无限的。具体的天体有生有死，有始有终，宇宙则不生不灭，无始无终，它永远不会有末日。

我国古代留下来哪些主要的天文仪器和天文台？

恩格斯说："**科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。**"我国古代的劳动人民，由于生产劳动的需要，很早就用肉眼观察天空中的太阳与星星的东升西落，来确定方向和季节。随着社会的发展，进一步适应农业生产和日常生活的需要，为了能较精确地确定季节、制订历法，更需要精密地测定天体的位置，于是发明创造了不少观测星象的天文仪器，并逐步创立了天文学。

至少在公元前七世纪前后，人们就使用一根直立的竿子来观测日影，正午阳光照射到这根竿子上，根据地上竿影的长短和周期变化，来确定时间方向、一年的天数和四季的划分。那时就能知道一年是 $365\frac{1}{4}$ 日了。这可说是我国最早的天文测量仪器之一。

毛主席教导我们："**在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。**"随着人们对天体认识的加深，天文测量仪器也不断地加以改进和逐渐趋于完善。

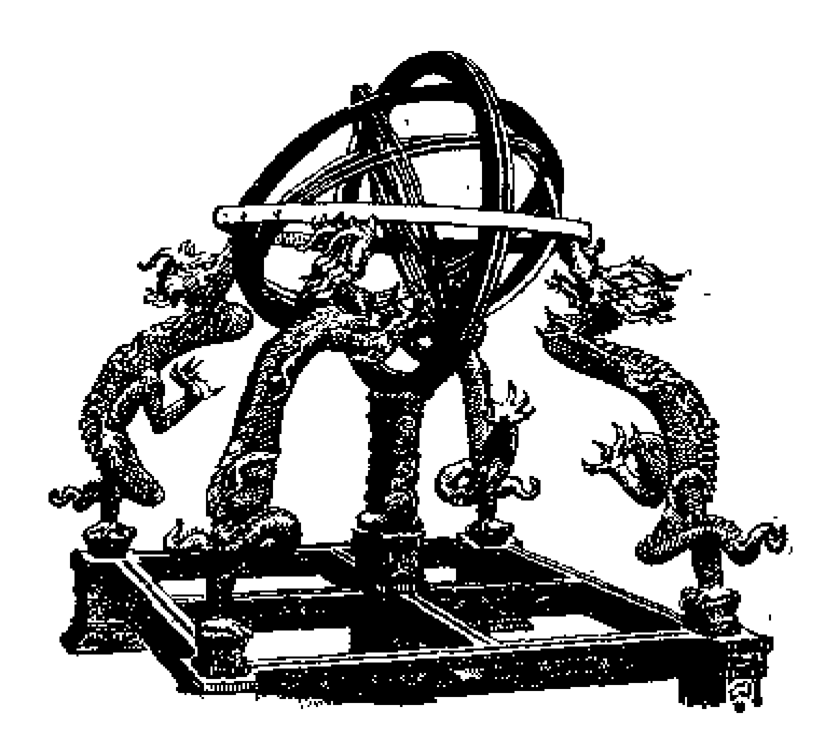
那根测量日影的竿子，在古代有用石、木或竹子的，后又改用铜，制成一定高度的标尺，垂直地竖立在地面上，把它叫做表；在表的底部方向朝南安放一个水平横尺，上面刻有尺度，把它叫做圭，合称为圭表。到了元代，郭守敬又加以改进，增添了装置，就可以从不同日期日影射在圭上尺度的变化，准确地定出一年的长度和四季的节气了。

现在保存在南京紫金山天文台的圭表，是明朝1437年时仿制的。表原高8尺，清朝时加到10尺，圭长16.2尺，上有刻度，四周还有水平槽。在圭的中腰的那条槽，是帝国主义八国联军企图锯断运走的罪证。

公元前二世纪汉武帝时，民间天文学家落下闳制造了一座浑天仪，用它来观测星象，编制历法。东汉时，天文学家张衡加以改进，用漏水转动，放在密室内观测，能和真正的天象完全符合，称为水运浑象。浑天仪后来也称为浑仪。北宋（即十世纪至十二世纪初）时是我国天文仪器和天文学进步较快的一个时期，曾多次应用浑仪测量了全天的恒星，制成星表。这在天文史上占有极重要的地位。浑仪的主要部件位置安装的相互关系，属于“赤道坐标系统”，我国采用它要比西方早300多年。

现在保存在南京紫金山天文台的一座浑仪，是明代早期（1437～1442年）照原样仿制的。中间一根长管子，叫窥管，相当于近代的望远镜。共有七、八道圆环，大部分都能转动，

它们分别表示天球的赤道、黄道、南北方向的子午圈以及四周的地平圈等，有些环圈上有刻度和数字，供实测时读数用。

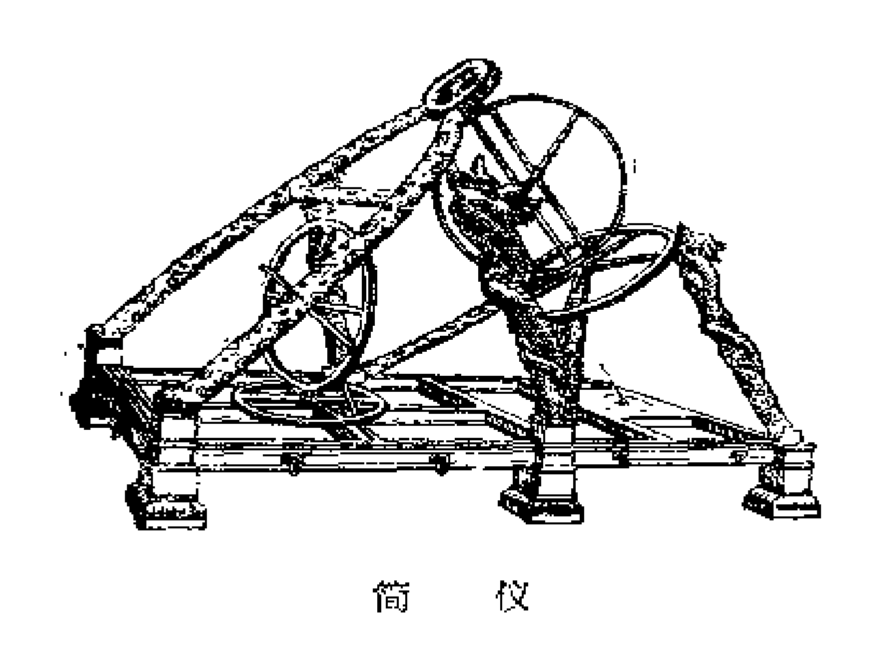


浑　仪

浑仪经过历代改进，体制已相当完备，作用也很广泛。可是事物总是一分为二的。正由于它发展得越完善，一层层圈环越来越多，当观测者转动最里面的一组双环，用窥管瞄准天体观测时，常被另一道圈环所遮住，无法观测。

到了元朝（1276 年）时，天文学家郭守敬在总结了前人工作的基础上，创制了简仪。它把浑仪的主要两组圈环拆开，一组装在前上方，用来测量天体在天球上的赤道经纬度，现代叫做赤道装置；另一组装在后下方，用来测量天体的仰角和方位角，现代叫做地平装置；其余的圈环都省略了。元、明两朝的天文历法工作，多数是使用简仪来作天体测量的。欧洲制造出象简仪那样的赤道装置，要晚三百多年。

现在保存在紫金山天文台上的这座简仪，也是在明代



简 仪

早期（公元 1437 年）复制的。它和浑仪一样，造型都很精美，具有重大的科学价值和艺术水平，反映了我们古代劳动人民的高度智慧。

早在春秋战国前，我国就已使用漏壶（又称铜壶滴漏）来计量时刻了。漏壶是用铜壶盛水，水从壶下部小孔流入下面另一壶里，下面壶中有支浮箭，上面刻有度数，由于壶水不断增高，浮箭也随着上升，箭上度数就显示出来，可以知道是什么时刻了。我国历代对于漏壶也作了不少改进。到十一世纪北宋时，著名的法家和自然科学家沈括，经过不断实践与改进，使用了上下四个壶互相配合，对于浮箭、容器、出水口和用水也改得更完善了，计时的精确度达到很高水平。从春秋时期到西洋钟表输入，这二千几百年间，漏壶一直是我国人民劳动生产和天文计时的工具。

南京紫金山天文台的两具漏壶（现陈列在南京博物院），是明代的；在北京中国历史博物馆的一套漏壶，是公元 1316 年元朝时的；在北京故宫博物院的是清朝时的。

从周代到清朝末年，我国劳动人民创制的一些杰出的

天文仪器，对世界科学和天文学发展都有一定贡献。可惜这些仪器，有的因年代久远，已经散失；有的因帝国主义入侵，遭到破坏；遗存下来的，已经很少了。除了上面介绍的几种主要的以外，现在保存在南京紫金山天文台上的还有天体仪和地平经纬仪；在北京的有：天体仪、地平经纬仪、赤道经纬仪、黄道经纬仪、地平经仪、象限仪、纪限仪和玑衡抚辰仪。其中有的是清朝时参照宋、明时代仪器仿制的。

在我国古代的天文工作者和劳动人民创制天文仪器的同时，也建立了观测天象的天文台址。其中最早的要算是河南省登封县告成镇的古观星台。现存的这个古观星台是700多年前元朝初年，按郭守敬的四十尺高表设计的。这里还保存着唐朝开元（公元713～741年）年间天文学家南宫说〔yuè音悦〕建立的石表。

据记载，在郭守敬的建议下，当时在全国范围内组织了一次“四海观测”，从北到南选取了27个观测点，观测发生日食、月食时刻、昼夜长短和日月星辰离北极的高度等一些数据。告成镇的观星台就是当时的主要观测地点之一。

矗立在首都北京建国门城墙上的观象台，也是世界有名的天文古迹之一。它是在明朝正统二年（公元1437年）建立的。台上陈列着上述的八件古代天文仪器，这些都是我们的祖先们留下来的宝贵遗产。

毛主席指出："中华民族又是一个有光荣的革命传统和优秀的历史遗产的民族。"

这些保存下来的古天文仪器和观象台，在解放后已列为全国重点文物保护的对象。它们在新中国重新焕发出青春，成为对广大人民进行阶级教育、爱国主义和历史唯物主义教育的课堂，也是我们研究古代天文学的重要资料。

为什么我国古代把星空划分为二十八宿？

一年四季，寒来暑往，对于农作物的播种、耕耘、收获都有着密切的关系。

我国古代，在原始社会末期，就已经发展了农业生产。由于农业生产的需要，人们希望有可以反映一年四季寒暑变化是在哪些日子到来的方法。因此，由于生产实际的需要，推动了天文历法的发展。

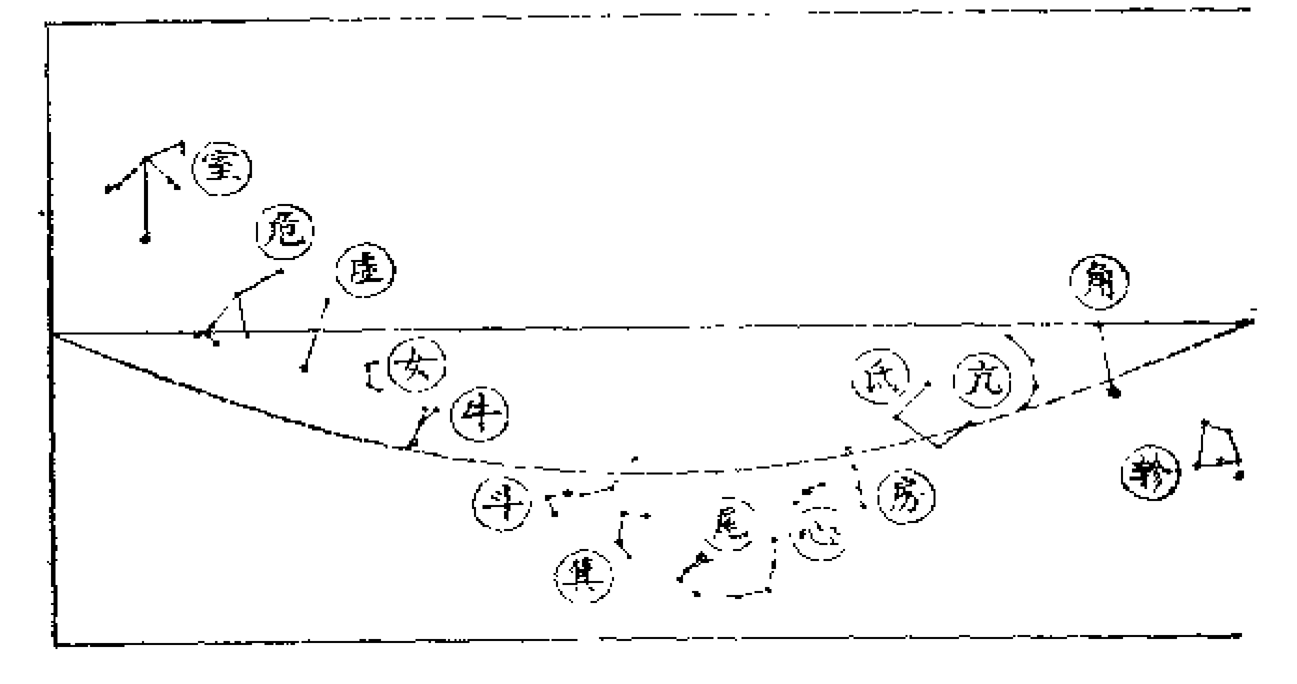
最早时期，人们是以观测日出前和日落后，明亮的星星在天空中的变化，来定季节的。传说在我国原始部落社会的末期，尧时，曾经派有专人掌管时令，制定历法。那时人们已经发现在一年中，不同的日子里，黄昏时出现在天空中星星的位置是不同的。所以有人以黄昏后大火星（心宿二）升到中天时为夏季；以"参"（猎户星座）出现在东方时为冬季。《尚书·尧典》就记载着："日中星鸟，以殷仲春；日永星

火，以正仲夏；宵中星虚，以殷仲秋；日短星昴，以正仲冬。”意思是说：当鸟星（即星宿一，长蛇座α星）升到了中天，这时是春分，白天和黑夜一样长；当大火星（心宿二，天蝎座α星）升到了中天，这时是夏至，白天最长；当虚宿一（宝瓶座β星）升到了中天，这时是秋分，白天和黑夜一样长；当昴星团（在金牛座）升到中天，这时是冬至，白天最短。

我们的祖先又注意到黄昏时出现的北斗七星，它在不同季节和时间，斗柄所指的方向不同。因此，就以此来作为定四季、明方向和辨时间的标志。古书《鹖〔hé〕冠子》上说：“斗柄东指，天下皆春；斗柄南指，天下皆夏；斗柄西指，天下皆秋；斗柄北指，天下皆冬。”

在四季中，每天同一时刻观测到的恒星位置的不同，是由于地球在自转一周的同时绕太阳公转了一度左右，因而在地球上，任何一个地点，太阳连续两次经过子午圈（中午）的时间——一天，实际等于地球自转了361度左右。我们以这段时间为24小时；而地球自转一周的时间只有23小时56分钟。因此，在地球上观测其他恒星，地球每自转360度这颗恒星上升到天空中同一位置时，要比前一天早4分钟。我国古代人们发现恒星的位置，在每天同一时刻是逐渐向西移动的，他们就利用这个特点来确定季节了。

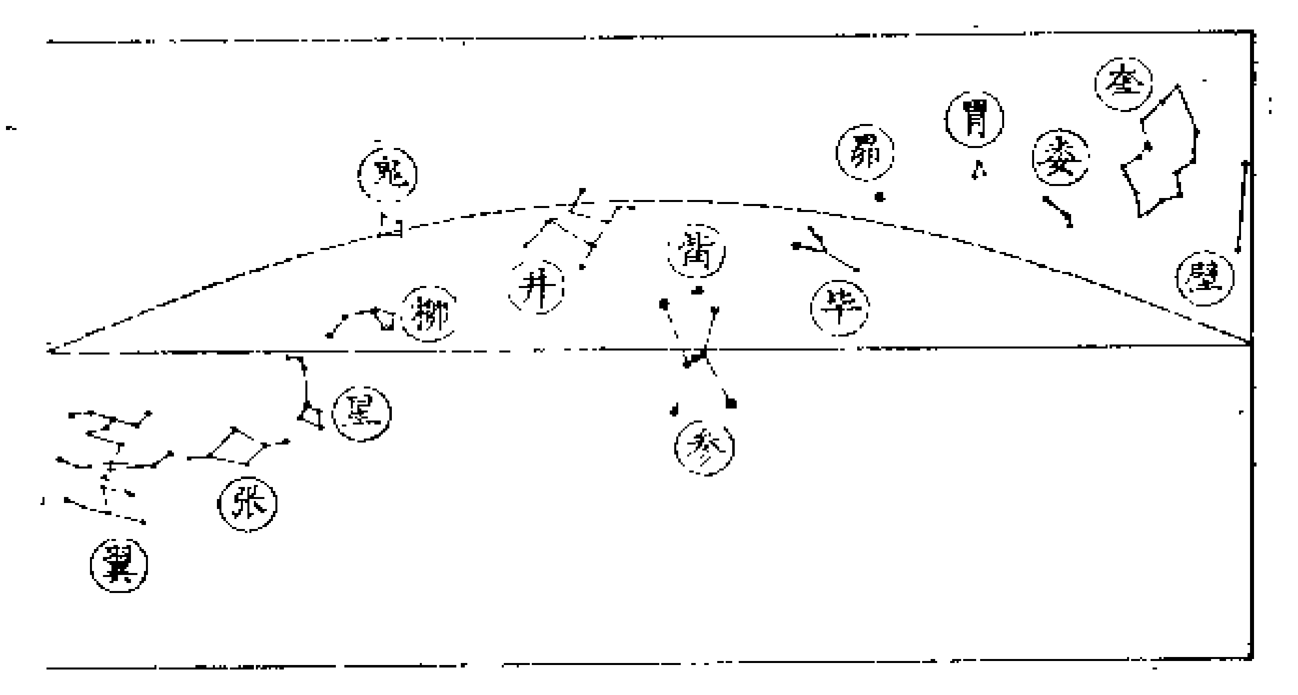
要知道，一年四季冷热的变化，是由于地球自转轴与公转平面成一倾角，地球在绕太阳公转中，阳光有斜射和直射



的变化而造成的。如果我们知道了太阳在星空中的位置，也就可以知道这时候的季节了。然而，由于太阳的光芒太强烈了，淹没了其他恒星的光芒，无法直接定出太阳在星空中的位置。随着人们对于自然规律和天文现象理解的深化，找到了利用月亮来间接确定太阳在星空中位置的方法。

月亮绕地球转，当它走到太阳和地球中间时，是朔（阴历初一）。这时从地球上看去，它和太阳同一方向，它们背后的星空是一样的。不过，在朔时很难看到月亮，如果在新月（阴历初三）时，就可以看出这时月亮在星空中的位置了。如再根据月亮每天在星空中移动的距离，就可以倒过来推算出两天前朔时，它在星空中的位置。这样根据月亮在星空中的位置，也就可以知道太阳的位置了。

月亮绕地球运转一周，需要 27.3 天。古代的天文工作者就把月亮所经过的路线，在黄道（从地球上看太阳一年中



在天空中所走过的路线)与赤道附近，自西向东挑选出 28 个星座作为标志，而划分为 28 段，让月亮每天走过一段，这 28 个目标就称为二十八宿〔xiù〕。这样，就可以由参照月亮在星空中的位置，来间接地辨认出太阳的位置；由太阳在二十八宿中的位置，便可以知道一年中的春、夏、秋、冬四季了。

古人还曾把这二十八宿，每七宿合成一象，共分为四象，它们是：

东官苍(青)龙：它包括角、亢、氐、房、心、尾、箕七个星宿，因为由这七个星宿组成的形状很象一条龙，所以叫苍龙。

南官朱(红)雀：包括井、鬼、柳、星、张、翼、轸〔zhěn〕七个星宿，组成的形状象只雀鸟。

西官白虎：包括奎、娄、胃、昴、毕、觜〔zī〕、参七个星

宿，组成的形状象只老虎。

北宫玄(黑)武：包括斗、牛、女、虚、危、室、壁七个星宿，组成的形状象只乌龟。又有一说是龟蛇同体。

古人看到这“四象”，分别在什么时候的黄昏出现在东方的地平线上，也就知道了春、夏、秋、冬哪一个季节到来了。

因为二十八宿在黄道与赤道附近的位置分布不均匀，所以所占的范围也不均匀，有大、有小，以井宿的跨度最大，占33度；觜宿的跨度最小，只有1度。

要研究天体史，当然必须了解天体的运动，而二十八宿是用来推断太阳位置的标志。我国很早就有二十八宿的划分和测定，这与古代天文学的发展是分不开的。伟大领袖毛主席指出：**“中国的长期封建社会中，创造了灿烂的古代文化。”**在灿烂的中国古代文化中，天文学是一个重要组成部分，我国有许多比外国先进的认识和光辉的成就，值得我们重视和发扬。今天，我们在无产阶级专政的历史阶段，更应对世界作出新的较大的贡献。

我国近几年出土了哪些有价值的古天文资料？

我国古代天文学有许多伟大的发明、发现和创造，对人类文化贡献很大。除了由古典书籍、碑文和实物遗留下来

的一部分外，还有不少由于受到反动的封建统治阶级的扼杀摧毁而失传了。解放后，尤其是无产阶级文化大革命以来，我国的考古工作者在广大工农兵的支持和配合下，从地下发掘出大量古代文物，其中不少是有价值的古代天文资料；说明我国古代人民对于天体的运行和演化已有了一定的认识，充分显示了我国古代天文学的成就和水平。

1971 年春天，在河北张家口市宣化区发现了一座辽国的古墓，墓中一幅彩绘星图，是天文史上的一项重要发现。

辽国（公元 916～1125 年），是五代十国及北宋时期，在我国北方境内由契丹贵族建立的封建军事政权。这次出土的辽墓，是在辽天祚帝天庆六年（1116 年）埋葬的。墓内的彩色星图，绘在墓室内距地面 4.4 米的穹窿顶部正中央。星宿绘在直径 2.2 米的范围内。穹顶中心悬挂着一面铜镜，铜镜周围绘着莲花，莲花以白色为底，上面涂着一层淡蓝色的颜料，表示晴空，在莲花外围绘着太阳及北斗七星等星辰；中层画有二十八宿；最外层画的是黄道十二宫，图案已改绘成中国化的了。星空是按投影方法，以北极为中心把星星画在穹顶的半球凹面上。

辽墓彩色星图，它的特点是既有我国的二十八宿，又有古代从巴比伦传来的黄道十二宫。二十八宿是我国古代为了便于测定季节，在星空中选定的标志；黄道十二宫是沿黄道均分的十二个部分，用来直接表示太阳的位置。

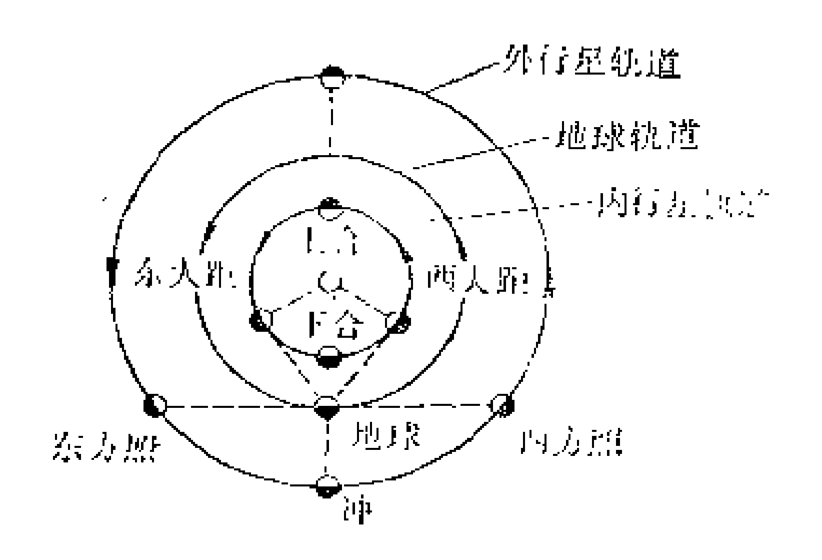
辽墓中的二十八宿，与现在保存在苏州博物馆的我国北宋(1247 年)石刻星图属同一类型。

黄道十二宫起源于古代巴比伦，我国自隋唐以来在许多天文史书中已有文字记载，可是都没有把图画出来。辽墓的星图构图精美，它以中国二十八宿为主，吸取了巴比伦的黄道十二宫图象，这种综合中外天文学成果的星图，在我国天文史上还是首次发现。这说明了当时中外文化的交流和我国有选择地吸收外来文化的特点。它是我国古代各族人民勤劳和智慧的结晶。

1973 年底，在长沙马王堆三号汉墓中出土的帛书《五星占》，也是一份有价值的资料。它共有 6000 多字，是专门讲述水星、金星、火星、木星和土星这五大行星的天文著作。

这五大行星，由于它们都很明亮，而且它们在星空中恒星背景上的位置不断变化，在古代很早就引起了人们的注意。在战国(公元前 475～221 年)时期，关于五星的知识就很丰富。我国最古的天文书籍是战国中期（公元前 370～270 年)楚国人甘德写的《天文星占》8 卷，和魏国人石申写的《天文》8 卷，可惜已经失传。现有的《甘石星经》，可能是宋代人辑录的。甘、石两人，关于行星的讨论完全没有留存下来。这次发现的《五星占》可能是甘、石天文著作的一部分。

《五星占》对五大行星作了许多有价值的记载。它基本



上根据实际观测列出从秦始皇元年(公元前 246 年)到汉文帝三年(公元前177年)这70年间木星、土星和金星的位置。这次发现的帛书《五星占》的成书年代早于汉文帝十二年(公元前 168 年),比《淮南子·天文训》约早 30 年左右,比司马迁写的《史记·天官书》约早 90 年左右。是已发现的最早的一部天文书,在天文史研究上具有特别重要的价值。

《五星占》中还记录了金星、土星和木星的会合周期。会合周期就是:行星、太阳和地球处在一条直线上,并且行星和太阳又在同一方向时叫"合"。行星从"合"到下一次"合"所需用的时间,叫做"会合周期"。当太阳在内行星和地球之间时,称为"上合";当内行星在太阳和地球之间时,称为"下合",会合周期从上合或下合算起都行。外行星没有下合。我们把《五星占》、《史记·天官书》、《淮南子·天文训》中有关记录和现代计算的数值作个比较:

	《五星占》	《史记·天官书》	《淮南子·天文训》	现代值
金　星	584.4日	626日	635日	583.92日
土　星	377日	360日		378.09日
木　星	395.44日			398.88日

从上面表格中，可以看出帛书中记录的会合周期已经达到了很高的精确度。

《五星占》的记录中，还表明当时已注意到金星的亮度变化。现在我们知道，当行星绕太阳公转时反射的阳光，从地球上看，由于行星与地球距离的不同和位相的变化，而有不同的亮度。当时我国已知道了这种现象，在世界天文史上也是个重要发现。

地球在太阳和行星之间时，称为“冲”。而水星、金星这些内行星是没有“冲”的。《五星占》中对金星也作了“是星不敢经天”(即不会发生“冲”)的记载。可见对五星的运行规律，也有了相当多的了解。

《五星占》的出土，使我们更详细地知道了2100多年前天文学对行星认识的高度水平，是近年来出土文物中有关古代天文学的最重要的资料。

1974年，在河南省洛阳，一座多年前已发掘过的古墓，经过进一步发掘整理，发现在墓室穹窿顶部也画有一幅星

象图，这幅图也具有特色。

这座墓是在北魏孝昌二年（公元526年）下葬的。墓主人是当时的大官僚元乂(yì)。

墓中的星象图，画有星星约300颗左右，银河贯穿南北，并画有浅蓝色的波浪，表示是“天河”，反映出当时实际的星空。这是我国考古发现的星象图中，年代最久，图幅较大，星数较多的一幅。比现今保存在苏州的石刻星图要早600多年，比宋代天文学家苏颂写的《新仪象法要》书上的星图（公元1094年）要早500多年，比保存到现在的绢制敦煌星图（约中唐时期）也要早一百几十年。对研究我国古代天文学史有一定的参考价值。

在1964年我国第三届人大政府工作报告中，敬爱的周总理传达了伟大的领袖和导师毛主席的指示：“**在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误的，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。**”天体发展演化史的事实，充分说明了人类对于自然界的认识是不断发

展的，永远不会停止在一个水平上，我国古代天文学的辉煌成就，也鼓励和鞭策我们一定要继承毛主席的遗志，在华主席为首的党中央领导下，深入批判王张江姚“四人帮”破坏革命，破坏生产，祸国殃民的罪行，以阶级斗争为纲，不断地在生产斗争和科学实验范围内，总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进，为人类作出较大的贡献。